

N-59

OTOMOTIP



DRS. AGUS S. PATASIK

1

MOTOR BENSIN

MOTOR BENSIN

1

- Kepala Selinder dan Blok Mesin
- Torak, Cincin Torak dan Batang Torak
- Poros Engkol dan Roda Penerus

Penulis :

Drs. Agus S. Patasik

Penilai :

Drs. A.P. Patioran

Edisi Pertama

Maret 1992

Dicetak Oleh :

Media Cetak PPPG Teknologi Bandung

Jl. Pasantren Km. 2 Cimahi - 40513

Telp. (0229) 2326 - 4488 Fax. 4598

PENGANTAR

Pengembangan Sekolah Seutuhnya (PSS) adalah suatu pendekatan yang dipakai oleh Proyek Kerjasama Indonesia - Belanda (N-59) dalam kegiatannya membangun STM.

Dengan pendekatan PSS ini, semua komponen kegiatan Proyek N-59 yang meliputi : Pengadaan dan rehabilitasi peralatan, pelatihan Guru dan Kepala Sekolah, rehabilitasi gedung, pengadaan buku bahan ajaran dan perbantuan tenaga ahli Belanda, kesemuanya secara jelas terprogram diarahkan untuk meningkatkan mutu lulusan 43 STM yang terkait pada Proyek ini.

Pengadaan buku ini sebagai salah satu komponen kegiatan pada Proyek N-59, terprogram secara terpadu dengan komponen-komponen kegiatan lainnya sehingga ciri aplikasi teori pada praktek terasa menonjol pada buku ini, dengan harapan secara nyata dapat efektif membantu peningkatan mutu pendidikan di STM.

Sebanyak 51 judul buku yang telah diterbitkan melalui Proyek N-59 ini, diharapkan :

1. Memberi sumbangan yang berarti mengatasi sebagian masalah kelangkaan buku-buku keterampilan teknik.
2. Memberi dorongan rasa percaya diri kepada para penulis untuk mewujudkan karyanya dalam bentuk buku.

Buku ini tidak hanya dimaksudkan untuk 43 STM yang terkait dengan Proyek N-59 tetapi diharapkan dapat bermanfaat juga untuk STM-STM lainnya baik negeri maupun swasta bahkan juga oleh kursus-kursus keterampilan teknik industri dalam masyarakat luas pada umumnya.

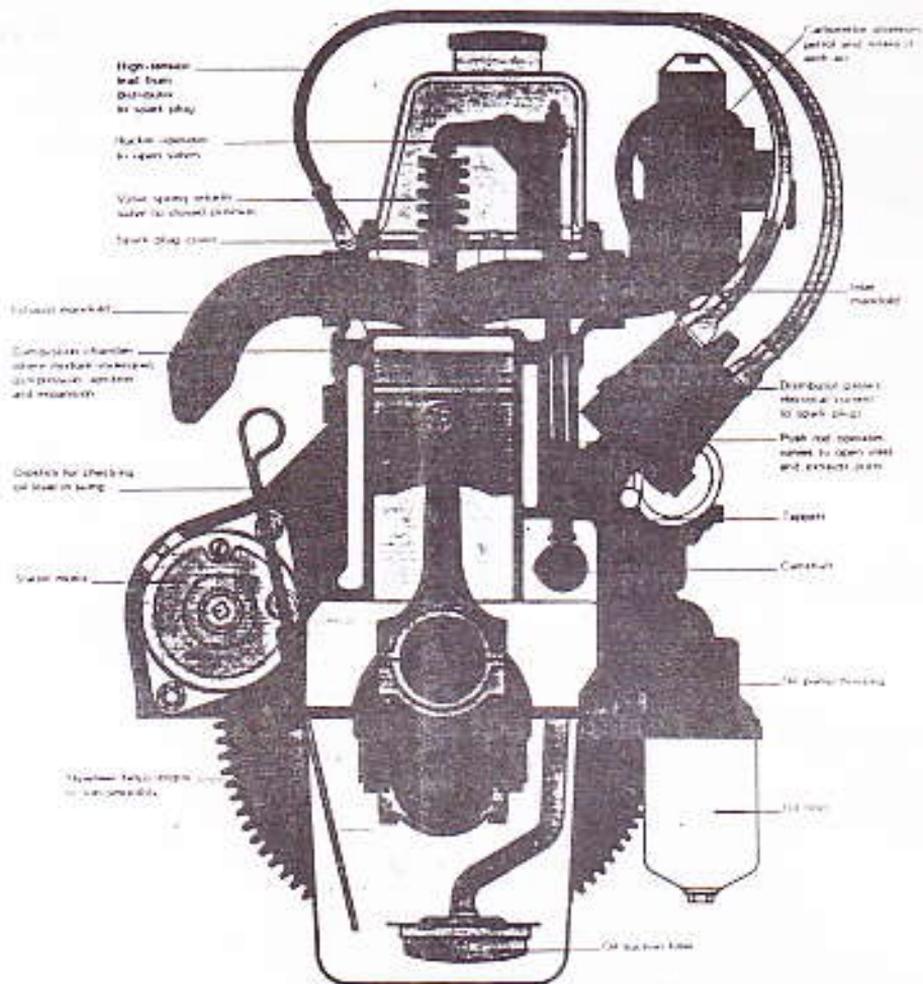
Direktur
Pendidikan Menengah Kejuruan



Prof. Dr. B. Suprpto
NIP. 130143924

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II KEPALA SELINDER DAN BLOK MESIN	
A. Kepala Selinder	5
B. Blok Mesin	13
BAB III TORAK, CINCIN TORAK DAN BATANG TORAK	
A. Torak	19
B. Pena Torak	28
C. Cincin Torak	29
D. Batang Torak	40
BAB IV POROS ENKOL DAN RODA PENERUS	
A. Poros Engkol	47
DAFTAR PUSTAKA	59



Gambar 1.1. Potongan motor bensin empat langkah

B A B I

PENDAHULUAN

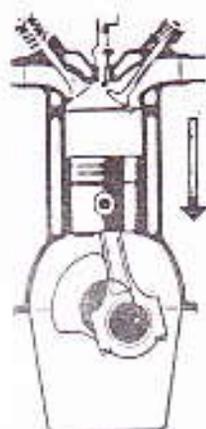
Mesin adalah satu kesatuan komponen yang menyatu menjadi satu spesifikasi tertentu, sesuai dengan desain yang diinginkan. Untuk pengoperasiannya, didesain untuk mengubah bahan bakar melalui pembakaran untuk mendapatkan energi panas dan selanjutnya diubah menjadi tenaga/usaha.

Motor bensin tergolong dalam kategori "Mesin Pembakaran Dalam" (Internal Combustion Engine). Mesin pembakaran dalam dapat diartikan bahwa untuk memperoleh usaha/tenaga dari mesin tersebut, diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar yang berlangsung melalui proses di dalam mesin itu sendiri.

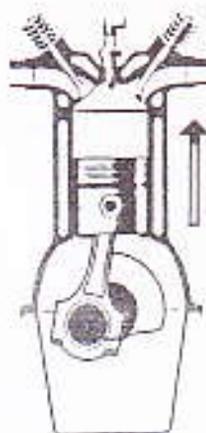
Motor bensin dapat digolongkan dalam dua kategori berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu Motor Bensin Empat Langkah (tak) dan Motor Bensin Dua Langkah. Gambar 1.1 memperlihatkan belahan sebuah motor bensin empat langkah yang dilihat dari depan.

Motor Bensin Empat Langkah dapat diartikan bahwa : untuk menghasilkan satu kali usaha motor tersebut atau satu siklus motor, diperoleh dari dua kali putaran poros engkol atau empat kali langkah torak. Langkah torak dapat dihitung mulai dari titik yang paling dekat yang dicapai torak sampai titik yang paling jauh adalah sama dengan satu langkah torak. Titik yang paling rendah atau paling bawah dinamakan Titik Mati Bawah. (TMB) dan titik yang paling jauh atau paling tinggi yang paling jauh atau paling tinggi dinamakan Titik Mati Atas (TMA). Jadi satu langkah torak adalah perjalanan torak dari TMB ke TMA atau sebaliknya. Gambar 1.2 memperlihatkan langkah ke satu yaitu langkah pemasukan campuran bahan bakar dan udara ke dalam selinder melalui saluran masuk (Intake manifold) yang diatur oleh katup masuk (Intake Valve).

Gambar 1.3. menunjukkan langkah kedua yaitu perjalanan torak dari TMB ke TMA dan kedua katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup. Langkah ini dinamakan langkah kompresi.

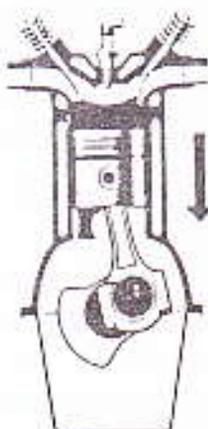


Gambar 1.2. Langkah Pemasukan Campuran bahan bakar dan udara.

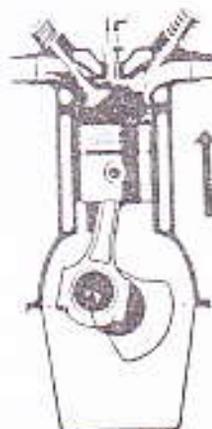


Gambar 1.3. Langkah Kompresi.

Langkah kerja/usaha dapat dilihat pada gambar 1.4. keadaan ini terjadi pada sesaat setelah terjadinya pembakaran/ledakan dalam ruang bakar. Ledakan ini terjadi sekitar TMA yaitu akhir langkah kompresi dan awal langkah usaha. Akibat ledakan pembakaran ini mengakibatkan torak terdorong ke bawah dari TMA ke TMB, dan selanjutnya dinamakan langkah usaha kerja.



Gambar 1.4. Langkah Usaha/Kerja



Gambar 1.5. Langkah Buang.

Langkah terakhir atau langkah ke empat adalah langkah buang yang mana gerakan torak dari TMB ke TMA. Pada langkah buang ini katup masuk.

Tertutup dan katup buang (Exhants Valve) terbuka sehingga memungkinkan gas bekas dalam selinder dapat terdorong keluar melalui saluran pembuangan (Exhants Manifold).

B A B II

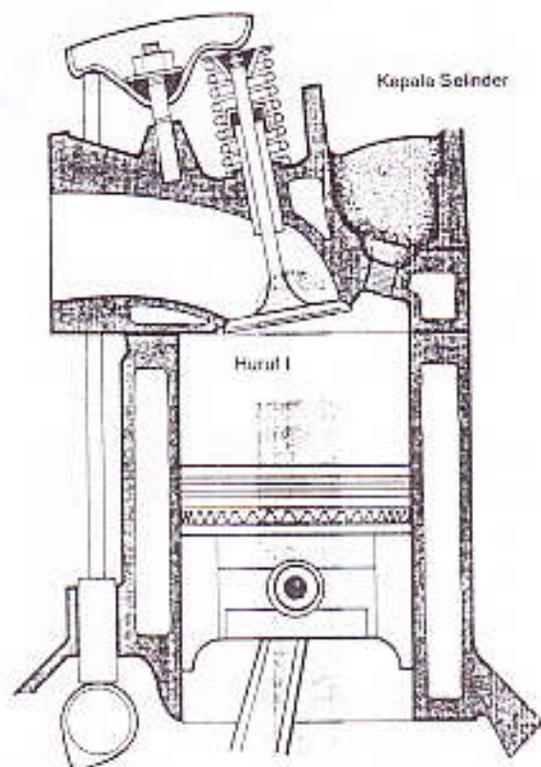
KEPALA SELINDER DAN BLOK MESIN

A. Kepala Selinder.

Ada tiga macam kepala selinder didasarkan atas letak katup, yang sering disebut kepala selinder bentuk I, L dan F.

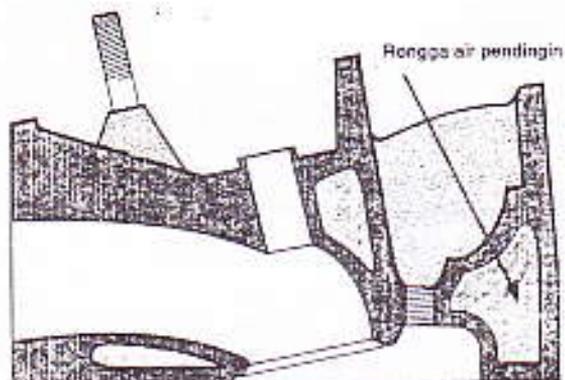
1. Kepala Selinder Bentuk I.

Kepala selinder bentuk I, katup berada langsung di kepala selinder dan letaknya tepat di atas torak, gambar 2.1.

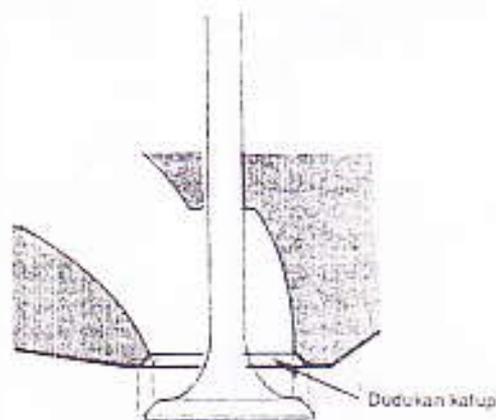


Gambar 2.1. Kepala Selinder Mesin Bentuk I

Dalam kepala selinder terdapat tempat terjadinya pembakaran, saluran untuk air pendingin, dan tempat untuk pemasangan rangkaian penggerak katup. Di dalam kepala selinder terdapat rongga berisikan air yang bersikulasi untuk mendinginkan bagian-bagian yang ada padanya, gambar 2.2.



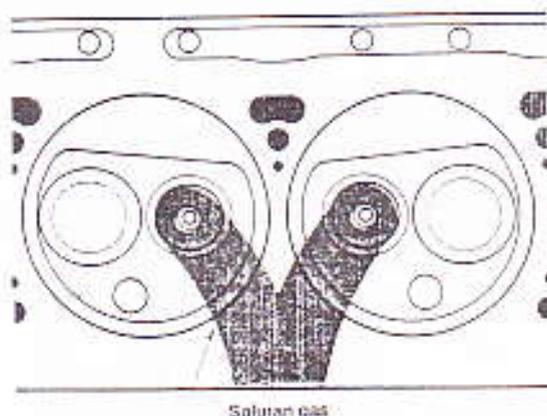
Gambar 2.2. Rongga tempat air pendingin dalam kepala selinder



Gambar 2.3. Katup pengatur pemasukan dan pembuangan

Dudukan katup pada kepala selinder dibuat presisi serta permukaannya sangat halus agar katup duduk rapat mencegah terjadinya kebocoran gas dalam selinder, gambar 2.3. Selain rongga tempat air pendingin, terdapat pula lubang untuk menyalurkan gas, yaitu saluran buang.

Ada kalanya dua saluran masuk atau buang meninggalkan kepala selinder melalui sebuah lubang, gambar 2.4.

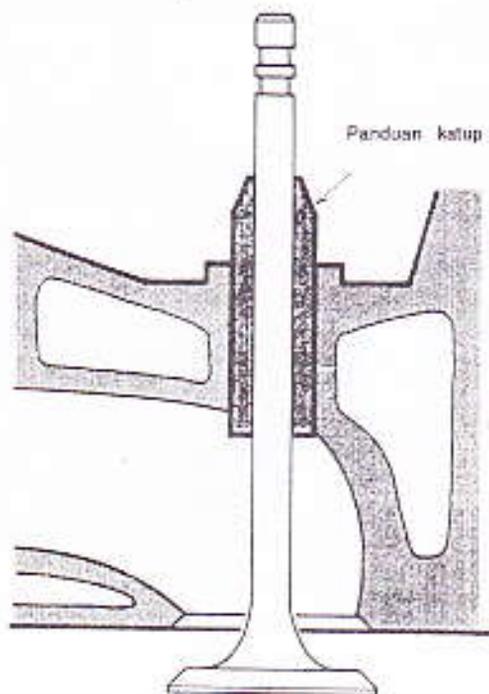


Gambar 2.4. Dari dua lubang katup menjadi satu saluran meninggalkan kepala selinder.

Gerakan turun naik katup-katup juga dibuat pada kepala selinder melalui lubang panduan katup secara sisipan atau langsung dibuat pada kepala selinder, gambar 2.5. Keuntungan dari kepala selinder untuk mesin bentuk I adalah; 1. Arus udara dapat langsung singkat masuk ke dalam selinder. 2. Sebagian besar rangkaian katup berada di atas kepala selinder sehingga mudah diperbaiki.

Disamping keuntungan dari kepala selinder bentuk I ini terdapat juga kejelekannya diantaranya adalah; 1. Biaya pembuatan lebih banyak karena banyak bagian-bagian yang berada di kepala selinder. 2. Karena banyak bagian-bagian pada kepala selinder yang bergerak sehingga lebih banyak

bagian yang aus akibatnya lebih besar biaya perbaikan. 3. Pemakaian minyak pelumas semakin banyak untuk melumasi bagian-bagian rangkaian katup. 4. Potensi perputaran mesin semakin berkurang disebabkan banyak gesekan naik turun dari alat-alat penggerak katup.

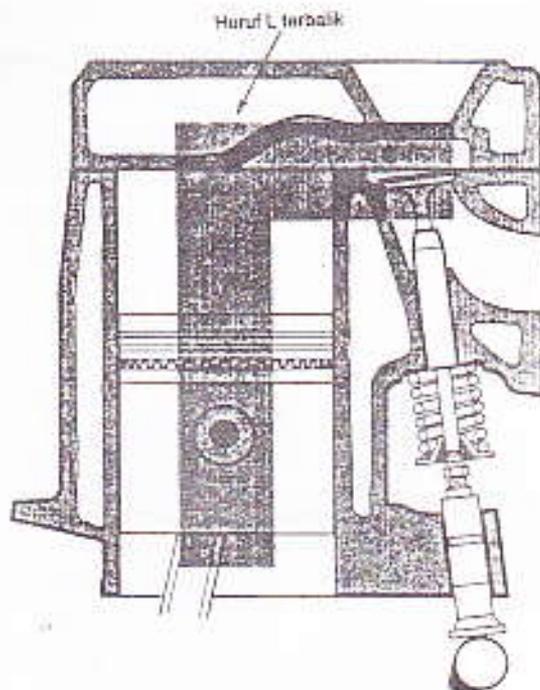


Gambar 2.5. Letak Panduan Katup pada kepala selinder

2. Kepala Selinder Mesin Bentuk L.

Terutama pada kendaraan jeep buatan Amerika menggunakan kepala selinder yang bentuknya rata menggunakan mesin bentuk L.

Hampir mesin-mesin kecil, seperti mesin untuk keperluan pekerjaan pertamanan memakai mesin bentuk L. Mesin-mesin ini disebut bentuk L, karena letak katup terhadap selinder seperti huruf L, gambar 2.6.



Gambar 2.6. Kepala Selinder pada mesin bentuk L

Keuntungan kepala selinder untuk mesin bentuk L diantaranya :

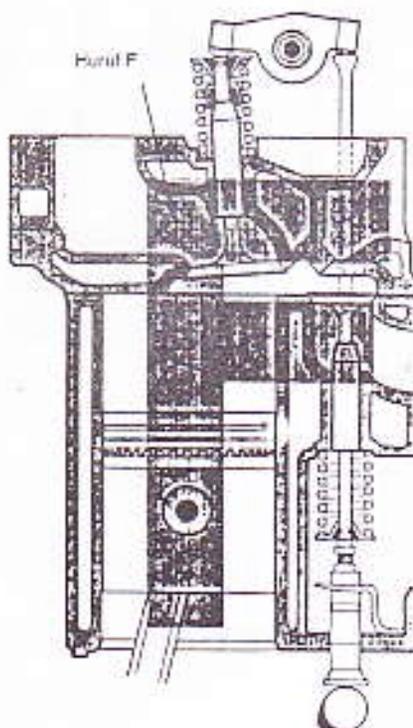
1. Biaya pembuatan lebih murah
2. Sedikit sekali bagian-bagian yang bergerak
3. Ukuran mesin lebih kecil
4. Mengurangi berat

Keburukannya adalah :

1. Saluran gas menjadi lebih panjang
2. Sukar kemungkinan untuk mendapatkan perbandingan kompresi yang tinggi, karena diperlukan ruang yang luas untuk gerakan katup membuka.

3. Kepala Silinder Mesin Bentuk F.

Kepala silinder untuk mesin bentuk F seperti pada gambar 2.7 mempunyai keuntungan seperti pada kepala silinder bentuk I. Katup masuk langsung letaknya di atas torak. Di samping itu mempunyai kebaikan seperti mesin bentuk L, katup buang berada pada blok mesin.



Gambar 2.7. Kepala silinder pada mesin bentuk F

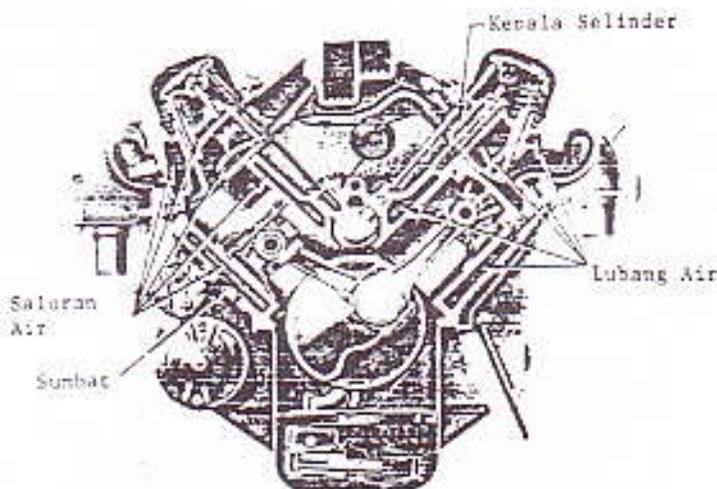
4. Konstruksi Kepala Silinder.

Pada umumnya atau hampir semua mesin, kepala silinder rapat dengan blok mesin. Kepala silinder terbuat dari besi tuang abu-abu atau aluminium campuran. Ia mempunyai ruangan atau rongga tempat ruang bakar.

Kepala selinder dibautkan pada blok mesin, sehingga memungkinkan untuk dapat memperbaiki katup serta dinding selinder.

Pada mesin dengan air sebagai pendingin, kepala selinder mempunyai rongga tempat air yang menghubungkan ke tempat pendinginan sekitar dinding selinder pada blok mesin, gambar 2.8.

Untuk sirkulasi air pendingin dari blok mesin dengan kepala selinder, dari kepala selinder dihubungkan melalui slang ke tangki atas radiator.



Gambar 2.8. Rongga air pendingin pada blok mesin dan kepala selinder pada mesin 8 selinder.

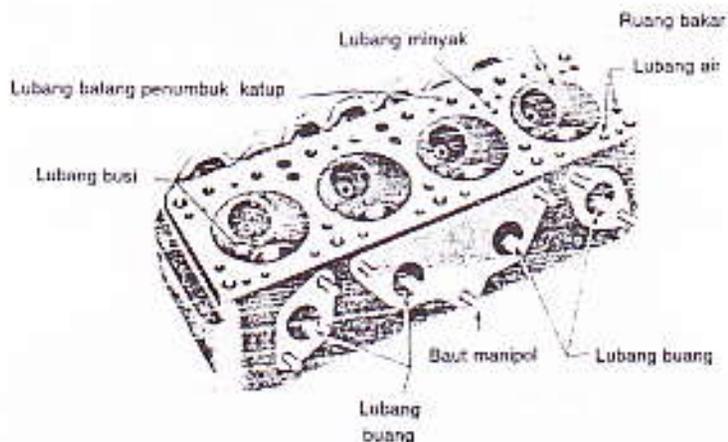
Ada dua jenis kepala selinder dipakai pada mesin jaman sekarang, gambar 2.9 adalah kepala selinder yang digunakan pada mesin bentuk L dan gambar 2.10 adalah kepala selinder pada mesin bentuk I.

Pada kepala selinder bentuk I katup dan lubang katup terdapat pada kepala selinder.



Gambar 2.9. Kepala selinder untuk mesin bentuk L

Peningkatan perbandingan kompresi akan menyebabkan tekanan kompresi semakin besar dalam ruang bakar yang juga sudah mengalami perubahan perbaikan. Ruang bakar dirancang agar gas bahan bakar dapat disirkulasikan dengan baik, sehingga akan cepat terbakar seluruhnya dalam waktu singkat. Bahan bakar yang masuk ke dalam selinder, dengan gerakan torak saat langkah kompresi akan dipusatkan pada busi.



Gambar 2.10. Kepala selinder mesin bentuk I

B. Blok Mesin.

Blok mesin adalah bagian badan utama mesin. Bagian-bagian mesin dipasang di dalam dan di luar blok sehingga merupakan mesin utuh.

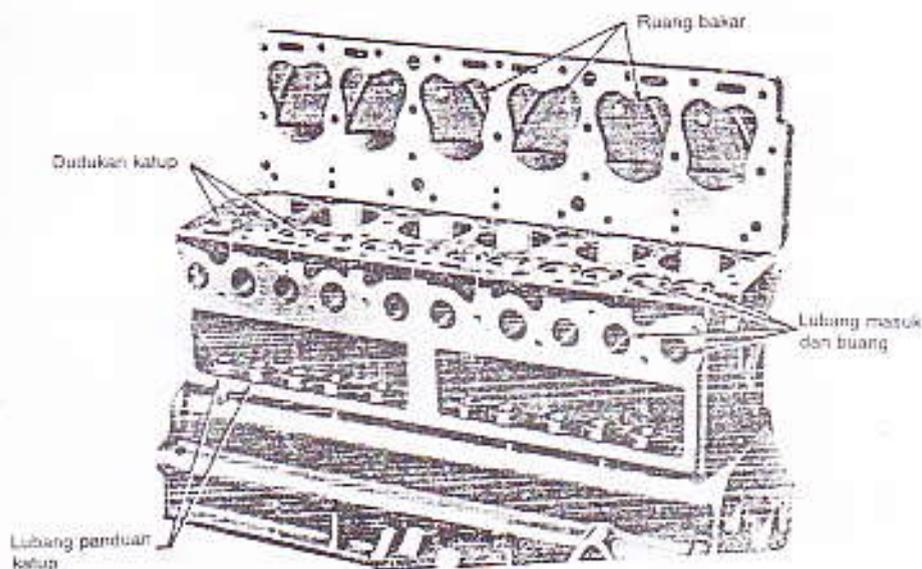
Di dalam blok terdapat selinder tempat torak dan bergerak. Bila kepala selinder dipasang pada blok, terbentuklah ruang bakar.

Konstruksi blok mesin tergantung pada beberapa faktor.

Diantaranya didasarkan pada susunan selinder, besarnya diameter dan panjang langkah torak, perbandingan kompresi, susunan katup, cara pendinginan selinder dan bahan untuk blok mesin.

1. Selinder Sisip.

Selinder sisip atau lapisan selinder digunakan pada mesin bensin atau disel, traktor atau bis. Penggunaan selinder sisipan dilakukan agar mudah dan murah untuk diganti bila dinding selinder sudah aus dan perlu perbaikan. Sisipan selinder dibuat dari besi tuang abu-abu, baja atau bahan



Gambar 2.11. Blok mesin dan kepala selinder untuk mesin bentuk I

campuran dan ada juga yang diproses dengan sistem pemanasan agar dapat tahan aus.

Ada dua macam dinding selinder sisipan, jenis basah dan kering, gambar 2.11. Sisipan kering dibuat dari baja yang kedua permukaannya dalam dan luar dihaluskan dan ukurannya sangat presisi. Sisipan dipres ke dalam lubang,

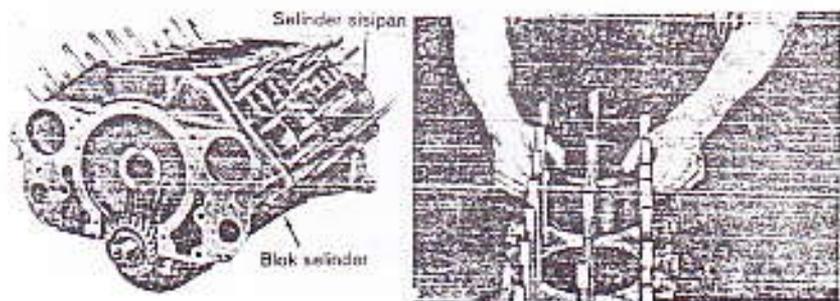
2. Logam Blok Mesin.

Blok mesin umumnya dari besi tuang abu-abu. Besi tuang mengandung grafit bentuk tepung. Grafit ini membuat torak berwarna abu-abu.

Besi tuang abu-abu pembikinannya murah serta memiliki sifat-sifat yang menguntungkan sebagai bahan untuk keperluan industri. Logam ini dapat tahan terhadap tekanan dan panas tinggi. Ia sedikit lunak sehingga mudah dikerjakan pada mesin bubut, permukaan mudah dihaluskan. Selain dari itu, tahan gesekan, tahan karat dan mudah menyerap getaran. Besi tuang abu-abu mudah dituang dalam cetakan pasir, sehingga dapat mudah dibuat rongga-rongga air atau lubang-lubang katup.

Blok mesin dari besi tuang abu-abu adakalanya diberi bahan tambah diantaranya, nikel, molydenum dan krom. Bahan tambah ini dimaksudkan agar ia lebih keras, kuat dan tahan aus.

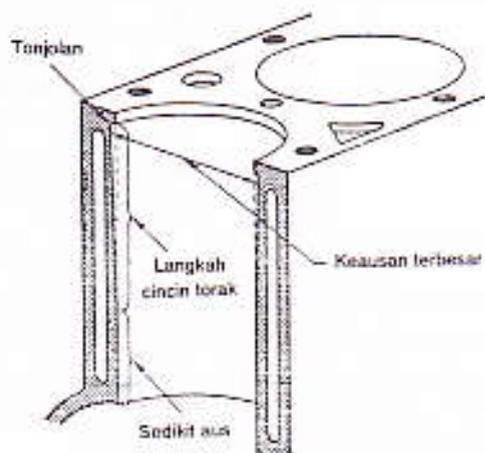
Ada pula blok mesin dibuat dari aluminium agar ringan. Pada blok ini, dinding selinder dibuat dari baja dan dipasang secara sisipan, gambar 2.12. Disini tidak diperlukan gasket untuk menghindari kebocoran air pendingin.



Gambar 2.12. Selinder sisipan

3. Kausan Dinding Selinder

Ausnya dinding selinder disebabkan karena gesekan torak serta tekanan cincin torak terhadap dinding selinder. Dinding selinder akan tirus dan tidak bulat, gambar 2.13. Tekanan ke samping pada dinding selinder terjadi karena posisi batang torak yang menyudut terhadap poros engkol, dan tekanan yang terjadi saat langkah kompresi dan langkah usaha, gambar 2.14.



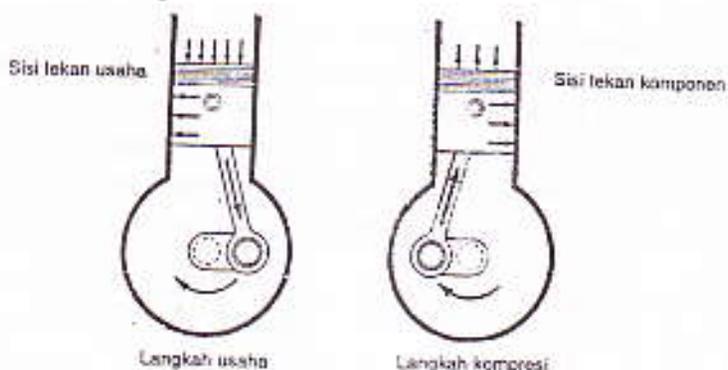
Gambar 2.13. Keausan dinding selinder

Karena tekanan pada torak lebih kuat pada langkah usaha dari pada langkah kompresi, maka tekanan terhadap dinding selinder saat langkah usaha lebih besar dari pada waktu langkah kompresi.

Akibatnya dinding selinder pada sisi tekan langkah usaha akan banyak aus dari pada sisi tekan langkah kompresi.

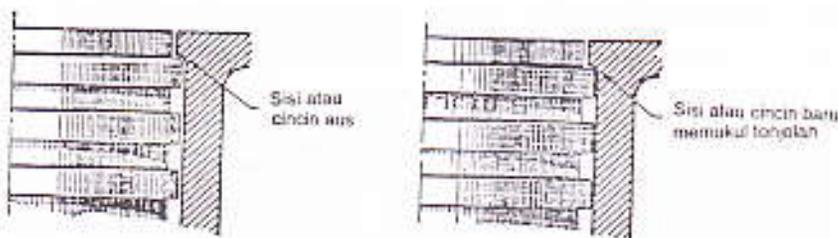
Akibatnya dinding selinder pada sisi tekan langkah usaha akan lebih banyak aus dari pada sisi tekan langkah kompresi. Di samping itu tekanan pada dinding selinder sewaktu torak berada di atas lebih besar dan semakin berkurang saat torak turun ke bawah.

Oleh karena itu dinding selinder akan aus lebih besar di bagian atas dibanding di bawah.



Gambar 2.14. Pengaruh tekanan terhadap dinding selinder

Gesekan akibat tekanan cincin torak terhadap dinding selinder mengakibatkan dinding selinder akan lebih besar aus pada tempat yang dilintasi oleh cincin torak. Selain dari itu di tempat ini sedikit mendapat pelumasan serta menerima lebih banyak panas sehingga akan lebih besar pula mengalami keausan, gambar 2.15.



Gambar 2.15. Pengaruh keausan dinding selinder bagian atas terhadap cincin torak.

Akibat keausan dinding selinder bagian atas, sisi luar cincin torak teratas akan berbentuk bundar sesuai dengan bentuk ausnya dinding selinder.

Bila cincin torak yang masih baru dipasang pada dinding selinder seperti ini, sisi atas dari cincin torak teratas akan membentur langkah atas dinding selinder yang terlalu aus.

Oleh karena itu tonjolan bagian atas dinding selinder yang tidak dilalui oleh cincin torak perlu dibuang atau dipotong sehingga waktu torak dilepas dari dalam selinder, cincin torak tidak patah tersangkut.

Selinder yang tidak bundar serta tirus menyebabkan cincin torak tidak dapat berhubungan rapat terhadap dinding selinder.

BAB III

TORAK, CINCIN TORAK DAN BATANG TORAK

Berbagai jenis dan konstruksi torak, cincin torak, pena torak dan batang torak digunakan pada mesin otomotif.

Unit ini tergabung menjadi satu membentuk unit torak dan poros engkol.

A. Torak.

Torak harus kuat agar dapat tahan terhadap tekanan yang terjadi di dalam selinder. Disamping itu ia juga harus ringan untuk mengurangi gaya inersia yaitu gaya yang menyebabkan torak cenderung terus bergerak saat ia mulai bergerak atau berhenti pada setiap akhir langkah. Agar ia tetap stabil dan seimbang juga tidak terjadi getaran, berat serta ukuran torak harus benar-benar presisi.

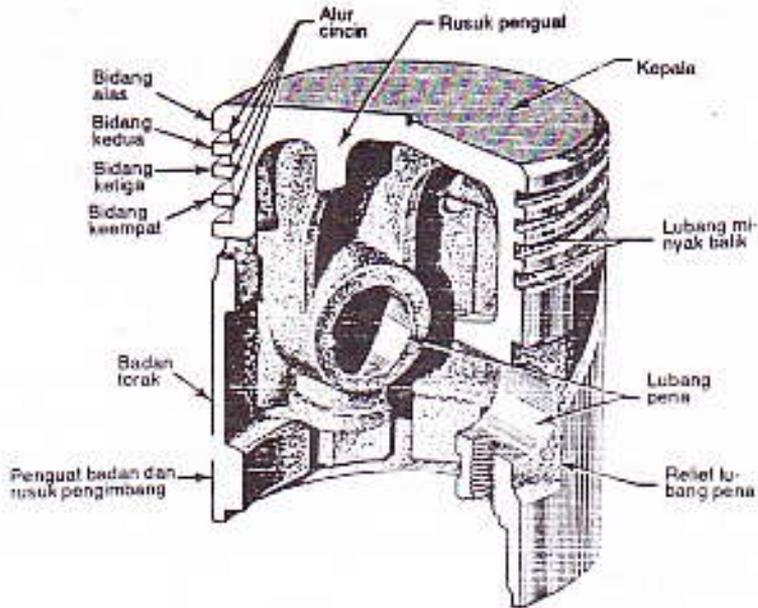
1. Konstruksi Torak.

Gambar 3.1 adalah konstruksi sebuah torak. Kepala torak umumnya rata atau berbentuk cembung, namun demikian ada pula yang berbentuk cekung seperti yang digunakan pada mesin disel.

Torak bentuk cembung biasanya dibuat sangat ringan. Bentuk kepala yang berbentuk cembung tujuannya adalah agar ia lebih kuat. Di bagian sisi dalam kepala torak terdapat rusuk yang juga berfungsi agar dapat lebih kuat. Rusuk inipun berguna untuk dapat meneruskan panas dari kepala torak ke cincin dan badan torak untuk selanjutnya melalui dinding selinder terus ke sistem pendinginan.

Agar supaya torak tidak terlalu panas, torak dibuat dari bahan aluminium dan untuk mesin disel dibuat dari bahan baja sisipan anti karat pada kepala torak supaya tahan karat akibat gas yang keluar dari ruang bakar pendahuluan.

Tergantung dari konstruksi torak, pena torak berada di tengah-tengah tepat di bawah cincin torak. Ada kalanya pena torak ditempatkan sedikit di luar garis pusat torak yaitu ada di bagian sisi bidang tekanan kompresi atau di sisi bidang tekan langkah usaha.



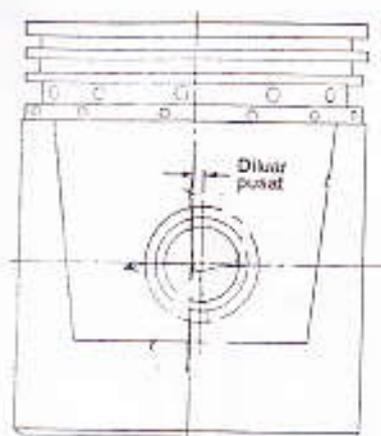
Gambar 3.1. Konstruksi dan bagian-bagian sebuah torak

Lubang pena torak dipasang busung atau tanpa busung agar menunjang pena torak yang akan menghubungkan ke batang torak.

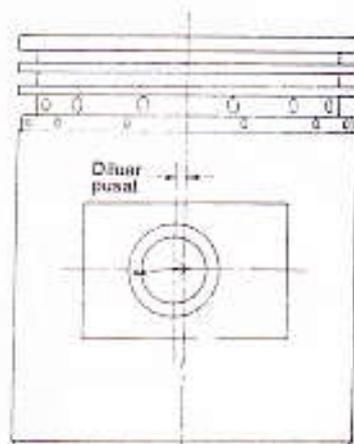
Umumnya sekitar ujung lubang pena torak, badan torak sedikit masuk ke dalam, tujuannya untuk tempat pemuaian lubang pena torak dan juga mengurangi berat torak.

Alur cincin dibuat di bagian atas badan torak. Ada kalanya dibuat satu alurcincin torak di bagian bawah badan torak untuk memperkuat badan torak, pada sisi dalam bawah badan torak dibuat rusuk. Ia juga berfungsi sebagai pengimbang badan torak.

Tergantung pada bahan torak, ada bermacam-macam cara untuk menanggulangi pemuaian badan torak terutama pada bidang sisi agar tidak memuai terlalu besar.



Diluar sisi tekan kompresi



Diluar sisi tekan usaha

Gambar 3.2. Pena torak berada di luar pusat badan torak

Ada jenis torak yang dibuat alur atau celah di bagian bawah badan torak.

Torak perlu kebebasan lebih besari di bagian atas dibanding pada bagian hadannya, karena kepala torak lebih banyak berhubungan dengan panas gas pembuangan. Untuk itu diameter pada alur cincin torak dibuat sedikit lebih kecil dibanding diameter badan torak bagian bawah. Demikian pula diameter badan torak bagian bawah dibuat sedikit lebih besar dibanding badan tengah torak.

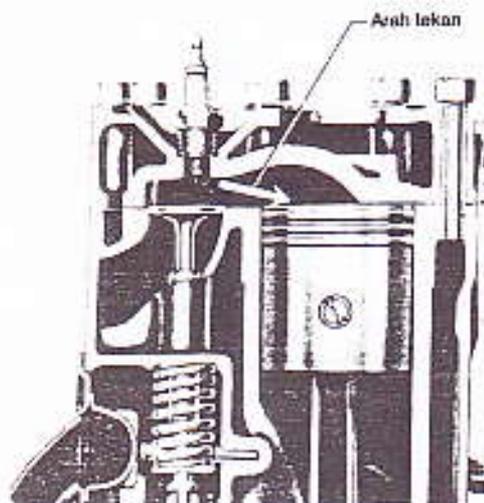
2. Pena Torak di Luar Pusat.

Di samping jenis torak yang berada di tengah-tengah, ada juga pena torak berada di luar pusat, gambar 3.2.

Pena torak di luar pusat ini dimaksudkan untuk memperkecil gesekan torak atau ayunan badan torak terhadap dinding selinder.

Saat torak pada titik mati atas, karena letak busi tidak segaris dengan pusat torak, maka tekanan gas pembakaran akan mendorong kepala torak arah ke samping. Dengan penempatan pena torak yang di luar pusat torak sehingga sikap torak akan tetap tegak sejajar dengan dinding selinder. Ketika torak bergerak naik turun dalam selinder, sudut batang torak dan

tekanan pada kepala torak, menyebabkan torak akan tetap berhubungan penuh dengan dinding silinder, gambar 3.3.



Gambar 3.3. Tekanan gas pembakaran dalam silinder

3. Bahan Logam Torak.

Umumnya bahan untuk torak terbuat dari besi abu-abu tuang, baja tuang, aluminium campuran, dan untuk mesin disel terbuat dari nikel krum atau besi malleabel. Torak dari besi tuang abu-abu akan kuat dan tahan aus dan akan lebih ringan.

Torak dari bahan aluminium lebih ringan. Karena aluminium dapat merambatkan panas lebih cepat, ia akan bekerja lebih dingin.

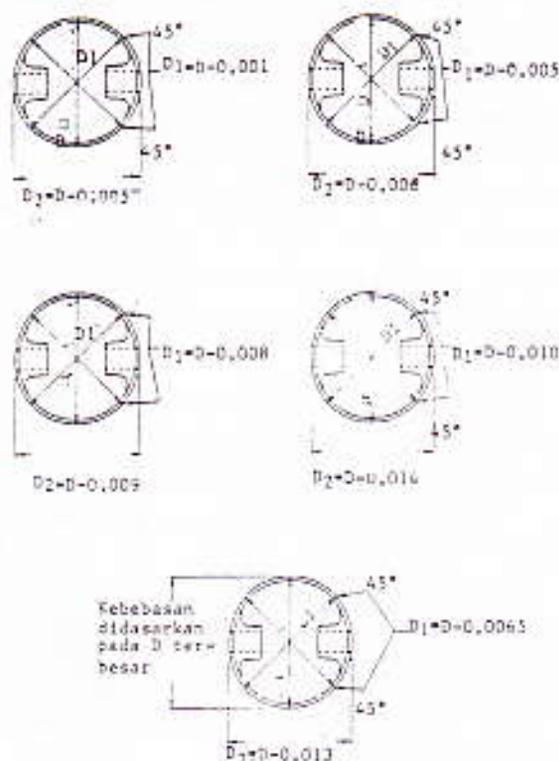
Aluminium mempunyai koefisien pengembangan lebih besar oleh karena itu perlu kebebasan antara torak dan selinder lebih dibanding dengan torak dari besi atau baja.

Akan tetapi berbagai macam torak dibuat agar berkembang pada suhu tinggi tanpa ada perubahan kebebasan antara torak dan dinding silinder. Oleh karena itu dapat dibuat dengan kebebasan yang sempit tanpa akan terjadi macet bila suhunya naik tinggi.

Torak dari bahan aluminium campuran diproses dengan pemanasan sehingga permukaannya memperoleh oxid setebal 0,00025 in dan menjadi keras namun ia tetap sedikit berpori. Lapisan ini dapat tahan air dan ia menyerap minyak dalam lubang pori, sehingga dapat menyimpan pelumas cadangan dan torak akan tetap tahan gesekan pada saat-saat mesin mulai dihidupkan.

4. Macam-macam Torak.

Berbagai macam torak yang digunakan untuk mesin mobil dibedakan dengan; Badan Torak penuh (solid skirt), Badan Torak belah (split skirt), Autothermik, Belahan bentuk T dan Belahan bentuk U.



Gambar 3.4. Bentuk-bentuk torak cam (benjol)

Proses pembuatan torak, badannya dibuat dengan bentuk bulat dan elip. Torak bulat ialah ukuran badan bawahnya adalah sama besar, sedangkan torak elip, ukuran diameter badan torak tidak sama besar.

Diameter yang segaris dengan pena torak pada torak elip lebih kecil kira-kira 0,005 sampai 0,016 in dari pada diameter badan torak yang tegak lurus terhadap pena torak.

Torak ini dibedakan dengan nama torak Cam A, Cam B, Cam C, Cam D, dan Cam E, gambar 3.4.

Torak Cam A, terbuat dari besi tuang dengan ukuran diameter sampai 12 cm. Diameter torak di tempat pena torak lebih kecil 0,005 in dari diameter torak terbesar. Sedangkan pada tempatnya 45 derajat dari bidang sisi tekan ukurannya 0,001 in lebih kecil.

Torak Cam B, terbuat dari aluminium dengan badan torak terbelah penuh tegak. Diameter pada pena torak lebih kecil 0,006 in dan diameter pada 45 derajat lebih kecil 0,003 in.

Torak Cam C. Untuk semua torak belahan bentuk U dan terbuat dari aluminium. Diameter torak di tempat pena lebih kecil 0,009 inci. Diameter pada 45 derajat ukurannya lebih kecil, 0,008 inci dari ukuran diameter torak pada bidang tekan. Jenis ini adalah untuk torak berukuran diameter dari 2 1/2 inci.

Torak Cam D. Untuk semua torak belahan bentuk U dan dari bahan aluminium dengan diameter torak dari 3 1/2 sampai 5 inci. Diameter torak di tempat pena torak lebih kecil 0,014 sampai 0,016 inci. Diameter pada 45 derajat ukurannya lebih kecil 0,010 inci dari diameter torak pada bidang tekan.

Torak Cam E adalah untuk torak autithermik. Pada torak dengan belahan tegak penuh, diameter dibawah pena torak diameternya 0,006 inci lebih kecil dari diameter sisi tekan badan torak. Pada torak autothermik tanpa belahan, diameter di bawah pena torak lebih kecil 0,013 inci dari diameter bidang tekan.

Torak-torak di atas ini biasanya dibuat sedikit tirus, diameter di bawah torak lebih besar kira-kira 0,0014 inci dari diameter di bawah alur cincin torak.

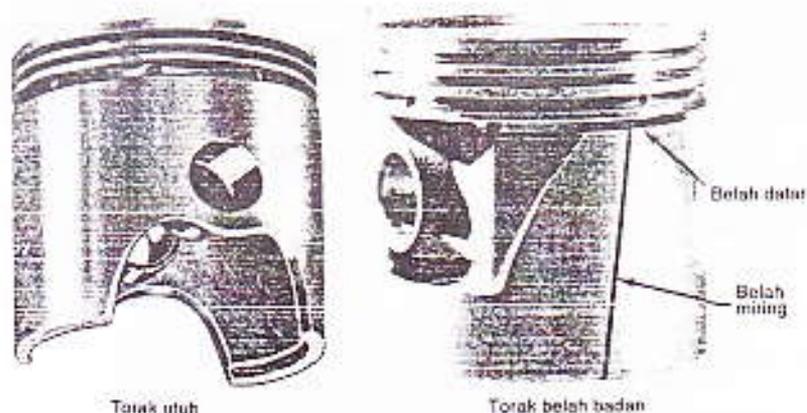
Torak tanpa belahan badan, biasanya terbuat dari besi tuang abu-abu, semi baja, besi nikel krum, atau aluminium campuran, gambar 3.5.

Kebengolan badan torak adalah untuk menyesuaikan badan torak terhadap selinder sewaktu berkembang karena panas.

Badan torak adalah untuk menyesuaikan badan torak terhadap selinder sewaktu berkembang karena panas. Badan torak yang tidak bulat sewaktu panas akan berubah menjadi bulat menyesuaikan bentuknya dengan selinder.

Torak dengan belahan, autothermik, belahan bentuk T dan bentuk U biasanya terbuat dari aluminium dan dikenal dengan torak dengan kebebasan tetap.

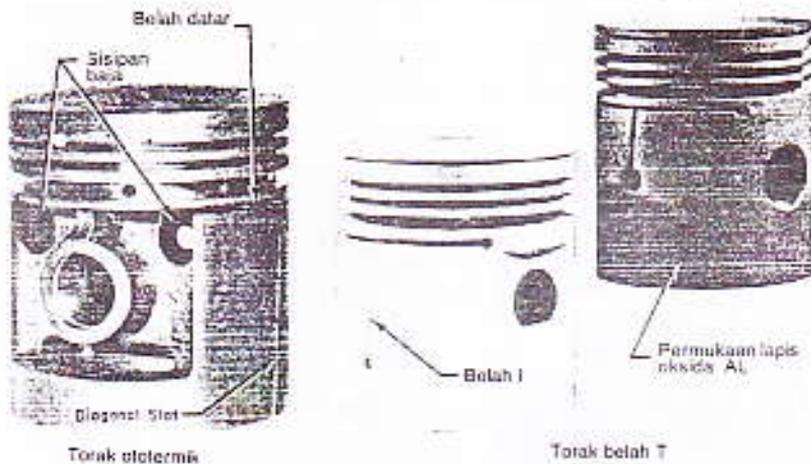
Torak dengan belahan badan ada yang dibuat diagonal disisi yang berlawanan dengan bidang tekan. Tergantung pada modelnya, alur atau belahan badan torak ada yang penuh sepanjang badan atau belah sebagian, gambar 3.5.



Gambar 3.5. Torak jenis badan terbelah dan badan utuh

Belahan diagonal pada torak menyebabkan badan torak dan alur cincin torak dapat mengembang tanpa merubah besarnya badan torak di bidang sisi tekan. Karena belahan yang memisahkan kepala torak dari badannya, panas harus merambat melalui lubang pena ke badan, sebagian besar panas dibuang melalui cincin torak.

Torak jenis autothermik mempunyai sisipan dari baja yang sedikit sekali berkembang bila terkena panas, yang dipasang pada lubang pena torak, gambar 3.6 sebelah kiri. Sisipan yang dari baja ini disatukan atau dituang. Banyak mesin menggunakan torak belahan bentuk T atau U yang dibuat dari bahan aliminium. Jenis-jenis ini biasanya tidak bulat atau Cam. Pada torak dengan belahan bentuk T, belahan berada pada bidang tekan kompresi dan belahan mendatar berada pada bidang tekan usaha yang letaknya tepat di bawah alur cincin torak terbawah yang terletak di atas pena torak.



Gambar 3.6. Torak autothermik dan jenis belahan

Torak jenis belahan U, biasanya belahan ini berada pada bidang sisi tekanan kompresi, gambar 3.7 gabungan kerja antara torak belahan dan

bentuk badan torak yang tidak bulat kepala torak yang tidak bulat, kepala torak yang rata ini tertekan ke samping bila ia berkembang dan akan membuat torak menjadi bundar bentuknya.

Jenis torak ini dibuat agar torak berkembang tanpa terjadi perubahan kebebasan antara torak dan selinder sewaktu kena panas.

5. Kebebasan Torak

Karena torak berhubungan langsung dengan panas pembakaran yang tinggi, perlu ada kebebasan antara torak dan dinding selinder.

Besarnya kebebasan tergantung dari bahan torak, diameter dan konstruksinya. Biasanya kebebasan yang diperlukan untuk torak dari besi tuang abu-abu dan setengah baja kira-kira 0,00075 sampai 0,001 inci untuk setiap satu inci diameter torak, untuk jenis badan torak tanpa belahan atau solid skirt.

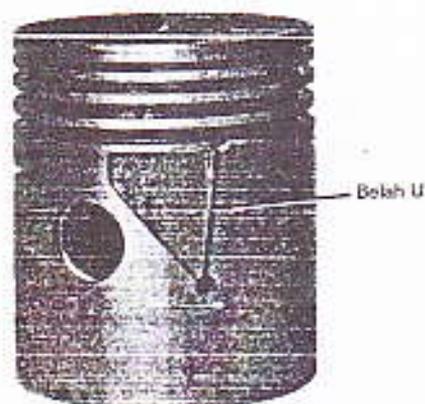
Untuk torak yang permukaannya dilapis secara listrik, kebebasannya 0,0005 inci untuk setiap diameter torak satu inci.

Walaupun torak aluminium memiliki pemuaian yang lebih besar dibanding torak besi tuang atau setengah baja, torak aluminium campuran ini memiliki kebebasan yang tetap dan dipasang dengan kebebasan yang kecil pula.

Karena kebebasan yang diperlukan agak berbeda-beda untuk jenis torak dari bahan berlainan, maka dapat diikuti petunjuk pada tabel 1.

Tabel 1. Kebebasan untuk macam-macam jenis torak.

Jenis Torak	Kebebasan tiap 1 inci diameter
Besi tuang, setengah baja	0,00075 - 0,001
aluminium beban berat. Torak dengan belahan badan	0,0006 - 0,00075
Belahan Badan bentuk T dan U	0,0004 - 0,0006



Gambar 3,7, Torak Jenis Belahan Bentuk U

B. Pena Torak.

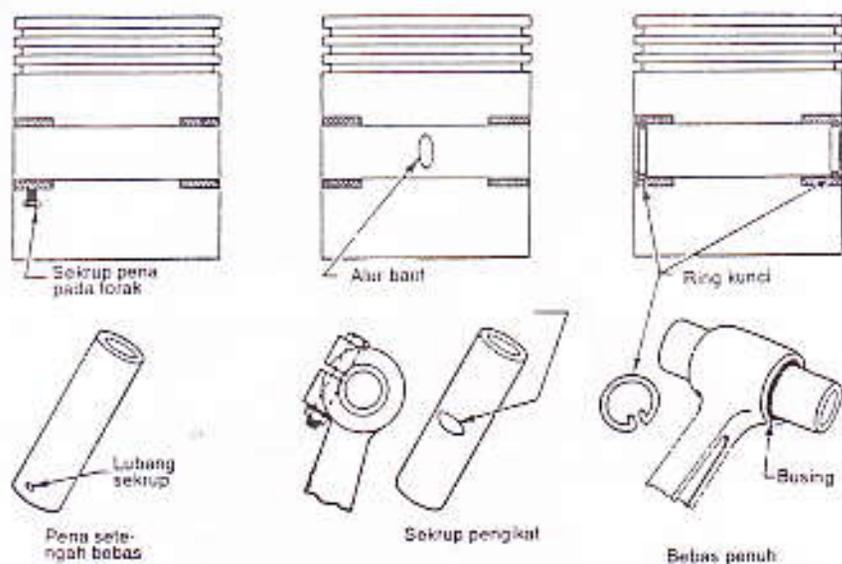
Torak dihubungkan ke ujung atas batang torak dengan pena torak. Pena dipasang melalui lubang pena torak dan ujung lobang atas batang torak. Pena torak dibuat dari baja campuran yang diperkeras lapisannya dan dihaluskan permukaannya sehingga mengurangi gaya inersia yang terjadi pada setiap akhir langkah.

Bantalan untuk pena torak dibuat pada torak atau dalam batang torak atau kedua-duanya. Torak besi tuang mempunyai bantalan dari tembaga yang dipasang pada lubang pena torak atau ada kalanya tanpa bantalan. Pada torak aluminium, biasanya pena torak berputar langsung pada lubang pena, karena ia memiliki sifat-sifat bantalan yang sangat baik dan kuat.

Cara pemasangan pena torak agar ia tidak bergerak keluar ke samping, terdapat alat penahan seperti terlihat pada gambar 3.8.

Pena torak dapat ditahan dalam lubang pena torak dengan skrup kunci, dan pena dapat bergerak dalam bantalan brons pada lubang ujung atas batang torak. Bila pena diklem dalam lubang ujung atas batang torak dengan baut, pena dapat bebas berputar dalam bantalan lubang pena torak. Cara pemasangan di atas ini disebut setengah mengambang atau semi floating. Bila pada

lubang pena torak dipasng pegas untuk menahan gerak pena ke samping pada kedua ujungnya, sehingga pena dapat bebas berputar pada torak dan batang torak, ini disebut pena penuh mengambang atau Full Floating.



Gambar 3.8. Cara memasang torak pada Batang torak

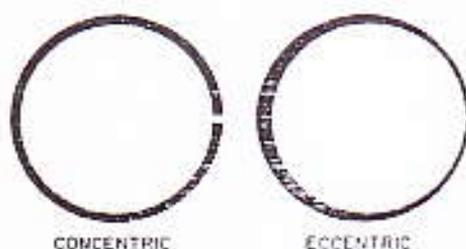
C. Cincin Torak

Maksud cincin torak adalah supaya kerapatan antara torak dan dinding selinder tetap terjaga, membantu mengatur pelumasan, agar supaya dinding selinder tetap terlumasi dan untuk membantu mendinginkan torak.

Walaupun cincin torak biasanya dibuat dari bahan besi abu-abu tuangan tetapi ada juga dibuat dari baja campuran. Dari kedua jenis bahan cincin torak ini, permukaannya harus benar halus dan mampu menghilangkan panas dan tetap elastis walaupun sudah lama terpakai.

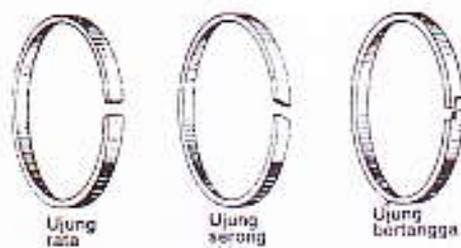
Konstruksi cincin torak bentuknya ada dua macam yaitu bentuk eksentrik dan konsentrik, gambar 3.9. Cincin konsentrik sekelilingnya mempunyai tebal yang sama, sedangkan cincin torak eksentrik makin menipis pada kedua ujungnya.

Umumnya cincin torak yang digunakan sekarang adalah bentuk konsentrik. Cincin torak dibelah agar dapat dipasang masuk ke dalam alur cincin pada torak. Cincin harus bebas bergerak dalam alurnya dengan sedikit kebebasan. Cincin torak ditekan sewaktu dipasang dalam selinder. Kedua ujungnya harus cukup kebebasan agar dapat memuai dan tidak sampai bertemu saat suhu naik.



Gambar 3.9. Konstruksi cincin torak berbentuk konsentrik dan eksentrik

Bentuk celah ujung cincin torak berbeda-beda. Umumnya berbentuk : datar, miring dan bertangga, gambar 3.10.



Gambar 3.10. Bentuk-bentuk celah ujung cincin torak

Sewaktu torak dipasang dalam selinder, ujung-ujung cincin torak ini tidak boleh segaris atau menghadap ke satu sisi.

Karena cincin torak tidak bergeser, pada alur cincin torak dipasang pana. Sewaktu mesin hidup, cincin torak mendapat pelumasan sehingga celah cincin tertutup dan akan mencegah kebocoran tekanan kompresi atau tekanan gas pembakaran.

Umumnya penampang potongan cincin torak berbentuk segi empat panjang, namun ada kalanya berbentuk trapesium, gambar 3.11.

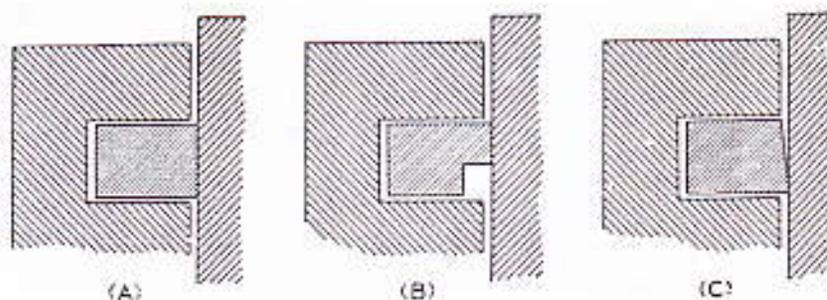


Gambar 3.11. Potongan penampang cincin torak

Setelah cincin torak dipasang di dalam selinder, ia harus menekan rapat dan kuat pada dinding selinder. Besarnya tekanan cincin torak pada dinding selinder berbeda-beda antara 7 sampai 12 pound.

Tekanan cincin torak yang terlalu kuat akan menyebabkan cepatnya keausan dinding selinder dan cincin yang bersangkutan, juga terjadi goresan pada permukaan cincin torak. Tekanan cincin torak pada dinding selinder tergantung pada luas bidang permukaan cincin yang berhubungan dengan dinding selinder. Gambar 3.12A, permukaan cincin yang berbentuk segi empat akan menekan dinding selinder dan besar tekanan akan terbagi rata pada luas permukaan cincin. Pada gambar 3.12 B, bila tekanan cincin tetap sama, seluruh tekanan akan berpusat pada permukaan cincin yang lebih kecil, sehingga tekanan persatuan luas semakin besar.

Gambar 3.12C, permukaan cincin torak yang berhubungan dengan dinding selinder semakin kecil, tekanan persatuan luas akan semakin jauh lebih besar. Permukaan cincin torak dibuat berbeda-beda dengan tujuan dapat mencegah kebocoran tekanan serta mengurangi pemborosan penggunaan minyak.



Gambar 3.12. Potongan penampang cincin torak

Adakalanya cincin torak yang permukaannya dilapis dengan kadmium, tin atau krum, dan ada juga dilapis dengan oksid magnit hitam atau lapisan pospat. Lapisan permukaan cincin torak akan mencegah terjadinya goresan. Banyaknya serta macamnya cincin torak berbeda pada setiap mesin. Setiap torak biasanya ada tiga atau empat cincin.

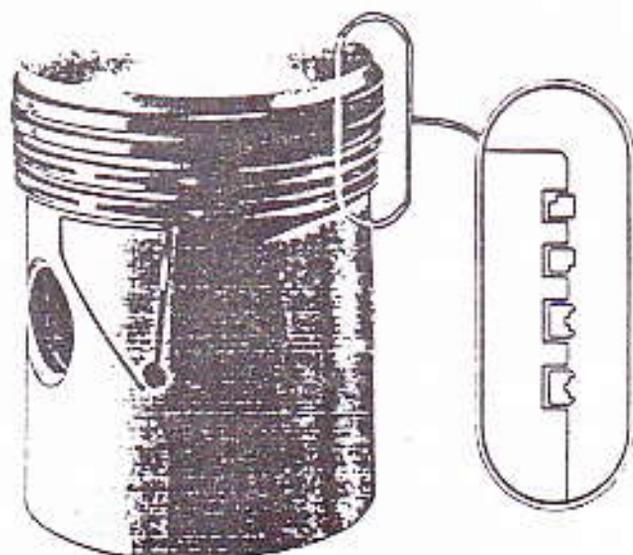
Torak yang mempunyai tiga cincin, dan cincin yang di atas adalah cincin kompresi sedangkan sebuah lagi yang ada di bawahnya adalah cincin minyak pelumas. Pada torak yang mempunyai empat cincin, susunannya serupa dengan tiga cincin.

Cincin yang keempat adalah cincin pelumas. Adakalanya cincin ini ditempatkan di atas torak seperti pada gambar 3.13, tetapi adakalanya dipasang di bagian bawah badan torak.

1. Cincin Kompresi

Tujuan cincin kompresi adalah untuk mencegah kebocoran gas dari ruang pembakar dan membantu cincin minyak mengatur banyaknya minyak pelumas pada dinding selinder.

Cincin kompresi tidak dapat mencegah kebocoran gas bila seandainya tidak terdapat lapisan minyak yang melekat pada dinding selinder. Minyak berfungsi sebagai penyekat atau perapat antara permukaan dinding selinder dan cincin kompresi. Cincin kompresi bentuknya bermacam-macam gambar 3.14.



Gambar 3.13. Torak dengan empat buah cincin

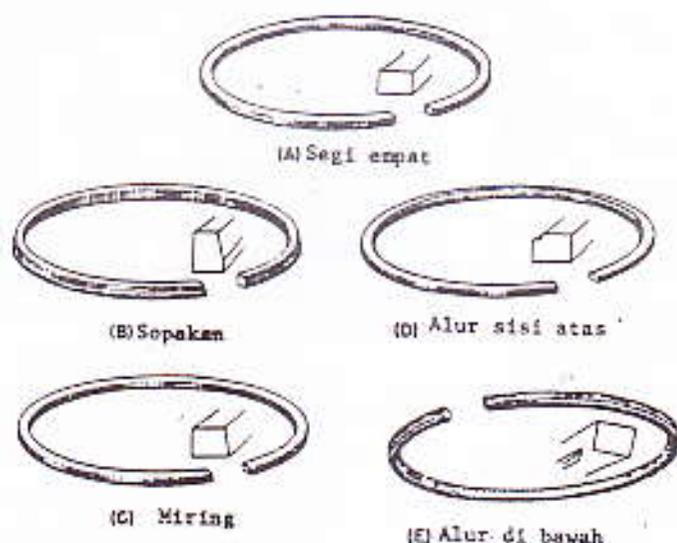
Penampang potongan cincin kompresi, mempunyai sisi yang dimiringkan pada sudut atas luar agar sisi bawah dapat berhubungan baik atau ada yang permukaannya dibuat miring. Cincin kompresi yang permukaannya miring, sedikit lebih lebar di bagian bawah di banding di atas, permukaan cincin yang di buat miring jaraknya kira-kira 0,001 in dari dinding selinder di bagian atas cincin.

Pada langkah torak ke bawah, sisi waktu yang tajam akan menggaruk kelebihan minyak yang tersisa oleh garukan cincin minyak terhadap dinding selinder.

Pada langkah ke atas cincin torak tidak berhubungan dengan dinding selinder, cincin akan meluncur di atas lapisan minyak yang masih melekat pada dinding selinder tanpa tergaruk ke atas.

Ada juga cincin kompresi mempunyai alur tegak atau disorongkan pada sisi bagian dalam, atau alur dibagian sisi luar bawah, gambar B dan

C gambar 3.14. Sewaktu cincin ini menekan dinding selinder, alur atau kemiringan cincin menyebabkan tekanan dari dalam mendorong cincin ke luar sehingga tidak seimbang. Ketidak seimbangan ini menyebabkan cincin miring atau terpelintir ke dalam alurnya, sisi luar atasnya miring tidak berhubungan dengan dinding selinder.



Gambar 3.14. Macam-macam cincin kompresi

Ketika torak turun ke bawah saat langkah usaha atau langkah pemasukan, sisi luar bawah cincin akan menggaruk sebagian besar minyak yang tertinggal oleh cincin minyak dari dinding selinder, gambar 3.15A.

2. Cincin Minyak

Cincin minyak berfungsi untuk mengatur minyak pelumas pada dinding selinder. Cincin mengatur banyaknya minyak pelumas pada dinding selinder bagian atas. Bila kebebasan antara dinding selinder dan torak sesuai dengan ketentuan, sisi bawah torak menggaruk sebagian besar dari dinding selinder pada setiap langkah turun, sehingga cincin akan me-

ngatur pelumasan dinding selinder sesuai banyaknya.

Bila kebebasan torak terlalu besar, torak tidak dapat menggaruk minyak dari dinding selinder sehingga cincin tidak dapat mengatur atau menggaruk minyak yang sesuai. Akibatnya pemakaian minyak pelumas terlalu banyak. Cincin minyak terbagi dua macam, jenis penggaruk dan jenis pentilasi.

3. Cincin Minyak Penggaruk

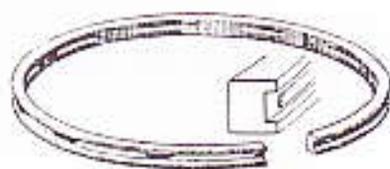
Jenis cincin minyak penggaruk terdiri hanya satu buah yang bagian bawahnya terdapat alur pada permukaannya yang berhubungan dengan dinding selinder, gambar 3.15 sebelah kiri.

Ia bekerja menggaruk minyak dan menyalurkan lapisan minyak sedikit pada dinding selinder oleh sisi alur tajam cincin minyak.

Bila mesin menggunakan cincin minyak jenis ini, ia dipasang pada alur ketiga, dibawah cincin kompresi, atau pada torak dengan empat cincin, ia dipasang pada alur dekat ujung bawah badan torak.



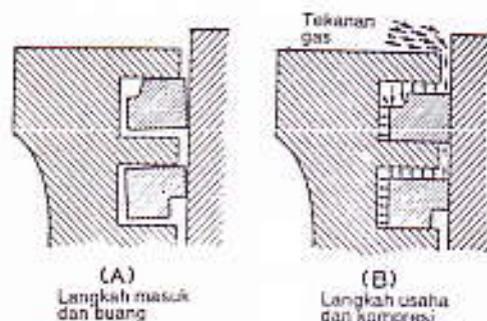
Cincin minyak penggaruk



Cincin minyak berlubang

Gambar 3.15. Dua macam cincin minyak

Pada langkah kompresi dan langkah usaha, tekanan yang timbul dalam selinder mendorong cincin kompresi sehingga menghilangkan gaya tekan yang menyebabkan cincin torak melintir. Ini akan menyebabkan cincin kembali tegak di dalam alurnya dan sisi bawahnya akan rapat berhubungan dengan permukaan dinding selinder kembali, gambar 3.16 dan tidak akan terjadi kebocoran baik pada langkah kompresi ataupun langkah usaha.



Gambar 3.16. Kerja cincin kompresi saat mesin hidup

Pada langkah buang, turunnya tekanan dalam selinder menyebabkan tekanan dari dalam terhadap cincin torak turun, hingga sisi atasnya akan menjauh dari dinding selinder. Saat torak naik ke atas, cincin akan meluncur pada lapisan minyak yang melekat pada dinding selinder tanpa menggaruk minyak.

Cincin yang dibuat miring, beralur ataupun ditiruskan harus dipasang baik-baik agar ia berfungsi baik terhadap dinding selinder.

Cincin torak biasanya diberi tanda dan harus dipasang dengan tanda "Top/Atas", menghadap ke atas.

Cincin kompresi dengan permukaannya yang dimiringkan biasanya dipasang pada alur pertama dan kedua. Cincin kompresi dengan alur atau dibuat miring disisi dalam atas dipasang di alur pertama sedangkan cincin yang beralur disisi luar bawah dipasang di alur kedua, gambar 3.15.

Cincin atas mempunyai permukaan yang lebih lebar dari cincin pada alur kedua, sehingga tekanan persatuan luas pada dinding selinder lebih kecil. Ini dimaksudkan agar dapat mengurangi keausan dinding selinder di bagian atas, karena biasanya dibagian atas ini sukar/kurang mendapat pelumasan.

4. Cincin Minyak Berpentilasi

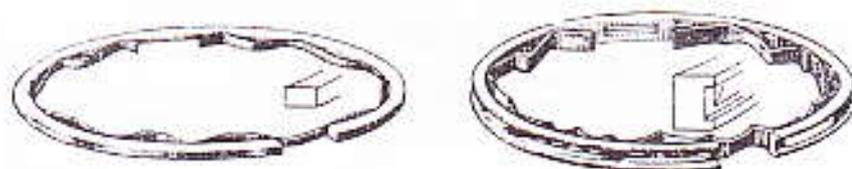
Jenis cincin minyak berpentilasi terdiri satu bagian yang pada tengah permukaannya terdapat alur sekelilingnya serta terdapat lubang tembus sampai kepermukaan belakang dengan jarak antara di sekeliling alur gambar 3.15 sebelah kanan.

Permukaan yang sempit yang ada di atas dan di bawah alur ini berhubungan dengan permukaan dinding selinder, dan saat torak naik turun, minyak terperangkap pada alur lubang-lubang ini. Minyak dalam alur dan lubang ini keluar melalui lubang alur bawah torak dan minyak turun ke dalam ruang karter.

Cincin berpentilasi ada yang kedua permukaannya sama lebar dan ada yang dibuat tidak sama. Cincin berpentilasi yang permukaannya sempit dan kecil, lebih kuat menggaruk dinding selinder, dibanding yang lebar. Cincin berpentilasi yang permukaannya kecil lebih efektif menggaruk dan lebih cepat menyesuaikan diri terhadap dinding selinder dari pada yang lebih lebar.

Pegas Pengembang Cincin Torak

Ada cincin kompresi dan cincin minyak dibuat menggunakan pegas pengembang, gambar 3.17.



Gambar 3.17. Cincin torak berpegas pengembang

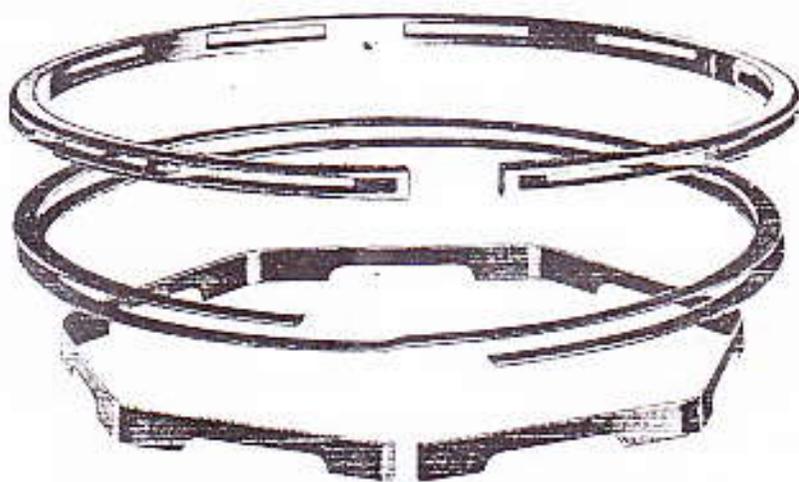
Pegas pengembang atau cincin dalam, dibuat dari baja pegas yang dibentuk berkelok-kelok beraturan sekelilingnya.

Tekanan cincin torak hanya berkisar 50% dan sisinya mendapat tekanan dari pegas pengembang. Pegas pengembang biasanya dipakai sebagai

pengatur minyak pada dinding selinder yang sudah sedikit benjol atau tirus. Karena pegas pengembang juga berfungsi agar torak tetap berada di tengah-tengah selinder, sehingga dapat membantu mengurangi atau menghilangkan bunyi yang sudah kocak.

Pegas pengembang pada cincin minyak dibuat bermacam-macam untuk disesuaikan dengan kondisi dinding selinder. Ada pegas pengembang cincin torak terdiri dari dua buah, yaitu cincin pengatur minyak berpentilasi yang terbuat dari besi tuang abu-abu dan pegas pengembang, gambar 3.17.

Cincin minyak yang terdiri dari tiga buah seperti terlihat pada gambar 3.18. Bagian tengah cincin terdapat pentilasi yang mempunyai lubang tembus ke belakang cincin. Rel sisi yang bentuknya spiral dibuat dari baja yang sangat tipis.

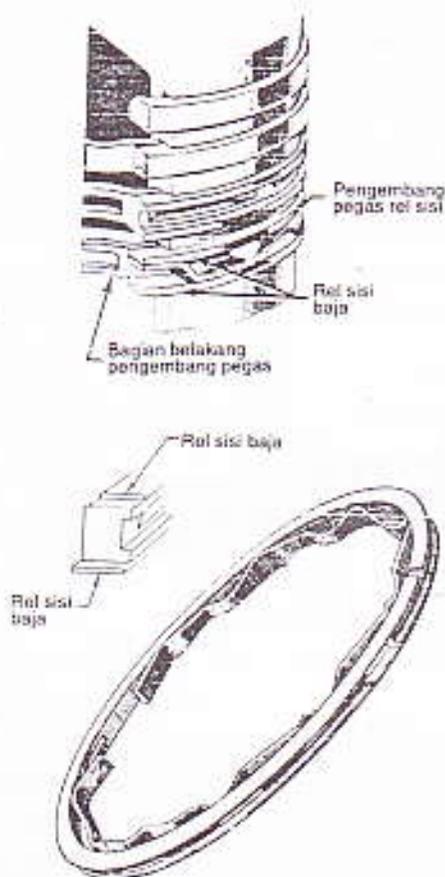


Gambar 3.18. Cincin torak mempunyai pengembang tiga buah

Adakalanya cincin pengembang terdiri dari empat buah, gambar 3.19. Dibagian tengah cincin ini terdapat alur yang tembus ke belakang.

Rel terbuat dari sebuah pelat tipis yang dipasang di belakang cincin tengah dan rel, ada kalanya mendorong cincin tengah dan dua rel, tetapi terkadang hanya mendorong kedua rel, hingga selalu berhubungan dengan dinding selinder.

Permukaan rel yang sangat tipis ini sangat efektif menggaruk minyak. Minyak terkumpul di cincin tengah yang berlubang, untuk kemudiannya minyak kembali masuk ke karter melalui lubang alur cincin torak.



Gambar 3.19. Cincin torak yang terdiri dari empat bagian

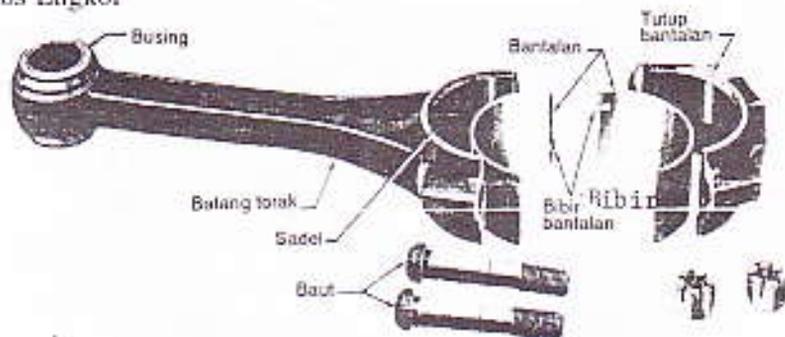
D. Batang Torak

Batang torak umumnya dibuat dari baja campuran tempa dengan penampang bentuk T agar kuat dan ringan, gambar 3.20, Batang torak harus kuat menerima tekanan dari torak ke poros engkol.

Ujung atasnya dihubungkan dengan torak oleh pena torak. Bila pena torak bebas terhadap torak dan batang torak atau dikunci pada lubang pena torak pada lubang ujung atas batang torak dipasang bantalan dari brons. Bila pena torak hanya berputar pada torak, pena torak diklem pada lubang atas batang torak dengan baut hingga tidak diperlukan bantalan.

Pada batang torak yang menggunakan busing pena torak, busing dipres pada batangnya. Ada tiga macam busing yang biasa digunakan. Yang pertama bentuk rol yang sambungannya memanjang. Kedua bentuk utuh dan ketiga terdiri dari dua busing yang bila di pasang, antara keduanya terdapat celah untuk pelumasan atau untuk ring kunci. Ketika poros engkol berputar lubang batang torak yang atas mengitari pena torak sedangkan lubang bawah berputar pada jurnal poros engkol.

Poros Engkol

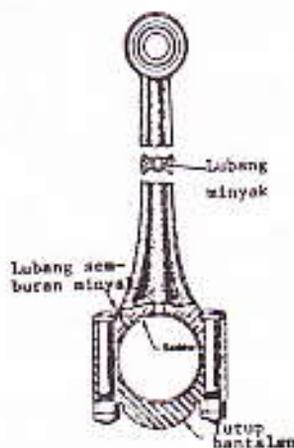


Gambar 3.20. Bagian-bagian batang torak

Walaupun gerakan pena torak di dalam bantalan tidak terlalu cepat namun tekanan dan panasnya sangat tinggi sehingga melumasi pena torak ini sangat

sulit. Pena torak biasanya dilumasi melalui cipratan berasal dari bantalan batang torak atau melalui cipratan berasal dari bantalan batang torak atau melalui lubang tembus sepanjang batang torak.

Pada mesin dengan sistem pelumasan tekan, batang torak mempunyai lubang tempat menyebarkan minyak yang letaknya pada sadel bagian atas yang berguna melumasi dinding selinder, gambar 3.21.

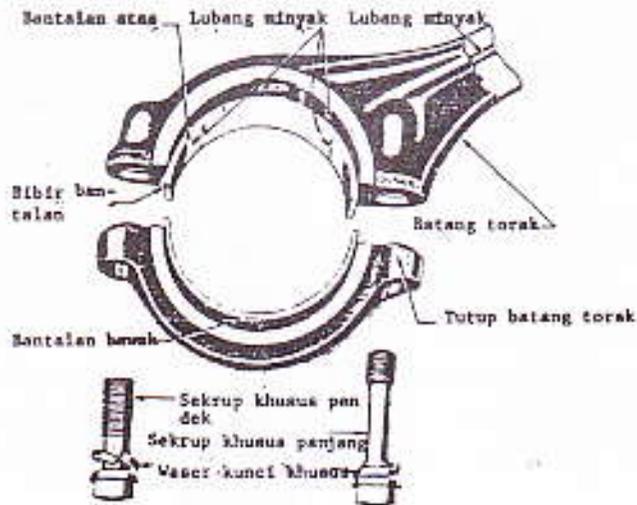


Gambar 3.21. Batang torak mempunyai lubang untuk melumas dinding selinder

Waktu mesin hidup, sesaat lubang ini lurus dengan lubang pada jurnal poros engkol yaitu saat torak mencapai langkah titik mati atas, minyak akan memancar melumasi dinding silinder.

Bagian bawah batang torak dapat dilepas dan di dalamnya terdapat bantalan sisip yang berfungsi menunjang jurnal poros engkol. Tutup bantalan dipasang pada batang torak oleh dua baut. Pada mesin bentuk V, tutup bantalan terpasang menyudut agar batang torak dapat dipasang mudah melalui lubang selinder, gambar 3.22. Pada mesin tertentu, lubang bawah batang torak beserta bantalannya berada tidak sepusat dengan batangnya, gambar 3.23 batang torak semacam ini adalah untuk mesin garis tengah

selindernya tidak sepusat dengan garis tengah poros engkol. Letak pemasangan torak ini tidak boleh terbalik.



Gambar 3.22. Lubang bawah batang torak yang bersudut terhadap batangnya

Bantalan Torak

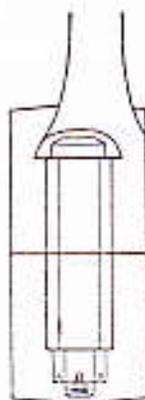
Bantalan pada lubang bawah batang torak terbuat dari bahan-bahan gesekan. Biasanya dari babil yaitu campuran timah, timah putih dan antimon, atau dari timah dan koper, kadmium dan silver. Logam ini bila bergesekan dengan permukaan yang dibuat dari baja, ia akan tahan lama karena koefisien gesekan sangat kecil.

Bantalan yang dibuat dari bahan timah hitam dan koper, pada permukaannya dilapis dengan campuran timah putih dan timah hitam setebal 0,001 in. Lapisan timah putih dan timah hitam dapat menambah ketahanan terhadap beban dan tidak terjadi goresan.

Bantalan dari bahan timah hitam dan Bronze sering digunakan pada mesin disel. Bantalan batang torak dapat dilepas atau ada kalanya dituang langsung.

Bantalan yang dilepas atau disisip terdiri dari sisipan logam baja atau tembaga dengan lapisan tipis dari bahan timah putih.

Bantalan sisip terdiri dari dua bagian yang berbentuk setengah bulat, setengah bagian atas dipasang pada batang torak dan setengah lagi dipasang pada tutupnya.



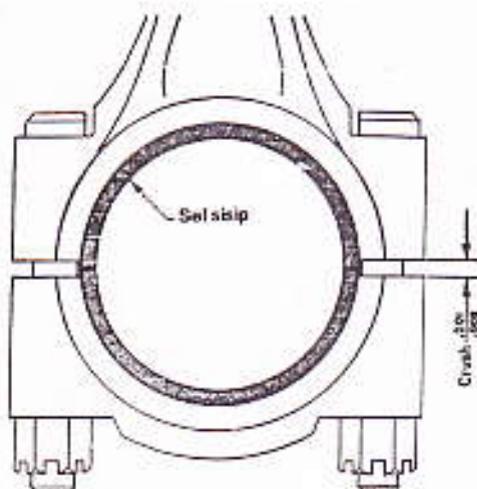
Gambar 3.23. Tipe batang torak yang tidak sepusat.

Bibir bantalan berfungsi agar bantalan tidak tergeser atau berputar pada batang torak, gambar 3.20.

Bantalan sisip harus sesuai pada lubang batang torak bila tutupnya dipasang dan dikencangkan. Bila kedua bantalan sisip ini dipasang pada lubang batang torak, diameternya harus lebih besar dengan selisih 0,002 in gambar 3.24. Jadi bila dipasang dalam lubang batang torak ujung bantalan sedikit keluar dari permukaan batang torak atau tutupnya. Ujung bantalan akan tertekan bila baut batang torak dikencangkan. Bantalan akan duduk kuat dan rapat terhadap lubang batang torak dan akan menambah dan mempercepat perambatan panas dari permukaan bantalan sisip yang bergesekan.

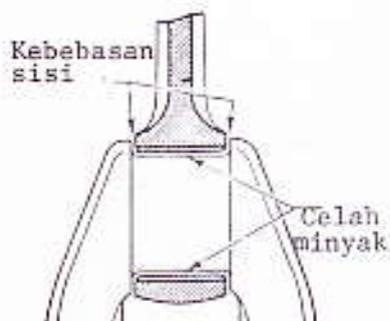
Pada sebagian batang torak, bantalan dituangkan langsung pada batang torak dan tutupnya,

Bantalan kemudian dibuhut disesuaikan dengan ukuran.



Gambar 3.24. Bila bantalan sisip dipasang, diameternya harus lebih besar.

Bila bantalan sudah terlalu aus, harus lebih besar. Bantalan batang torak disesuaikan terhadap jurnal batang torak dengan celah kebebasan antara bantalan dan jurnal. Celah atau kebebasan berkisar 0,001 untuk setiap inci diameter jurnal.

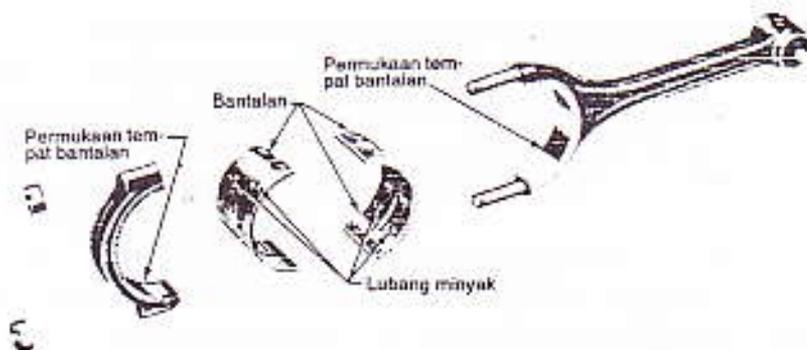


Gambar 3.25. Kebebasan batang torak

Kebebasan ini biasanya tergantung dari bahan bantalan, gambar 3.25. Batang torak juga harus mempunyai kebebasan ke samping agar tidak bengkok. Kebebasan ini beragam pada setiap mesin, biasanya 0,014 - 0,010 untuk mesin segaris (in line) dan 0,007 - 0,014 untuk mesin bentuk V. Pada mesin bentuk V ada kalanya bantalan sisip bebas bergerak pada jurnal poros engkol dan juga ia bergerak bebas pada lubang batang torak, gambar 3.26.

Melalui kedua bantalan dilumas dalam dan luar permukaan.

Bantalan jenis ini harus ada kebebasan yang besarnya meliputi bagian dalam dan luar bantalan.



Gambar 3.26. Batang torak beserta bantalan sisip

BAB IV

POROS ENKOL DAN RODA PENERUS

Poros engkol ditunjang dan juga berputar pada bantalan duduk. Ujung poros engkol bagian belakang dihubung dengan peredam getaran. Poros engkol adalah sebagai penerus tenaga yang dihasilkan dalam ruang bakar. Melalui torak dan batangnya, tenaga ini diteruskan ke poros engkol.

A. Poros Engkol.

Poros engkol meneruskan tenaga dari gerakan torak yang naik turun melalui batang torak memindahkannya ke roda penerus dan kopling. Tergantung dari konstruksi, poros engkol mempunyai satu sampai enam buah pena poros engkol bahkan lebih, sesuai dengan jumlah banyaknya selinder. Pada pena-pena poros yang letaknya antara kedua pipi engkol dipasang batang torak, gambar 4.1.

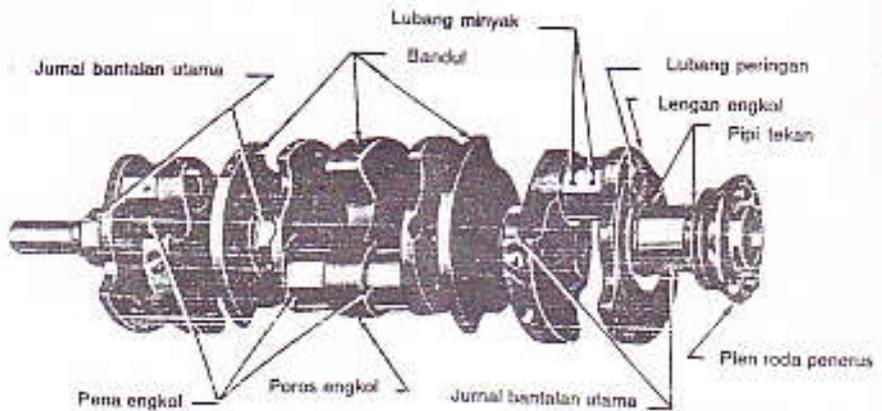
Bandul pengimbang letaknya ada di seberang pena engkol dengan tujuan sebagai pengimbang pena engkol serta batang torak saat berputar.

Ada poros engkol dengan pena berlubang sehingga beratnya berkurang serta memperkecil gaya enersia putar yang timbul. Pena engkol utama berputar pada bantalan utama yang dibuat pada blok mesin. Agar poros engkol berputar lembut bebas getaran ia ditunjang pada kedua ujungnya oleh blok mesin serta satu atau lebih bantalan diantaranya.

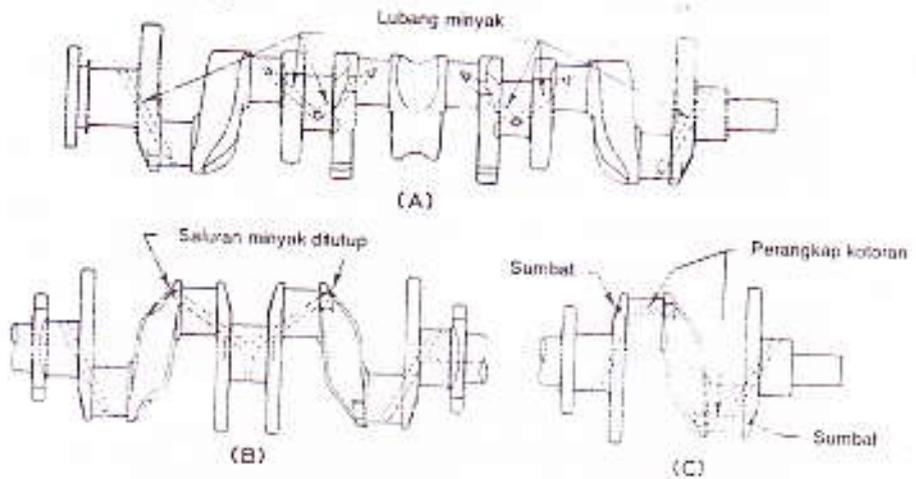
Pada kedua ujung engkol terdapat bidang tekan yang tujuannya adalah pada saat engkol berputar ia akan cenderung bergeser kedepan dan kebelakang, oleh karena itu perlu adanya pembatas gerakan ini.

Poros engkol dibuat dari baja tempa atau dari baja tuang campuran dan melalui proses pemanasan agar ia tahan aus, bengkok serta puntiran.

Bandul yang letaknya berseberangan atau berlawanan dengan pena poros engkol ditempat bersama-sama menajadi satu namun ada kalanya terpisah, dan dibautkan padanya. Untuk melumasi poros engkol utama dan pena engkol batang torak dibuat lubang tembus, gambar 4.2A.



Gambar 4.1. Konstruksi Poros Engkol



Gambar 4.2. Lubang tembus dari pena engkol utama dan pena engkol batang sorak.

Pada poros engkol tertentu ujung lubang pelumasan ini ditutup mamakai sumbat, gambar 4.3B. Juga ada pula pada pena engkol batang torak dibuat lubang tempat penampung kotoran. Bila pada minyak terdapat kotoran, ia akan terpelanting masuk kedalam kotoran oleh gaya setripugal waktu poros engkol berputar, sehingga minyak pelumas bersih akan terus bersirkulasi, gambar 4.2C. Sewaktu mesin dibongkar lubang penampung kotoran ini perlu dibersihkan.

1. Konstruksi Poros Engkol.

Konstruksi poros engkol disesuaikan dengan jumlah selinder serta bentuk mesin. Letak pena batang torak disesuaikan dengan poros kem sehingga dapat menentukan urutan pengapian dalam selinder. Susunan kem pada poros kem dirancang sehingga bubungan antara poros engkol dan poros bubungan membuat urutan langkah gerak torak sesuai dengan langkah-langkah kerja mesin dan urutan pengapian masing-masing selinder.

2. Poros Engkol Satu Selinder.

Gambar 3 adalah salah satu dari jenis poros engkol untuk mesin satu selinder. Poros engkol mempunyai satu pena engkol tempat memasang batang torak. Ia ditunjang oleh dua bantalan utama di ujung kanan dan kiri. Adakalanya poros engkol untuk mesin satu selinder dilengkapi dengan bandul pengimbang gerakan pena engkol, pipi engkol serta torak.

3. Poros Engkol Mesin Dua Selinder.

Poros engkol mesin dua selinder seperti yang terlihat pada gambar 4.4. Dua pasang pipi engkol berada di tempat yang berlawanan dengan jarak 180 derajat. Gambar 4.5 menunjukkan terjadinya pembakaran dalam mesin dua selinder.

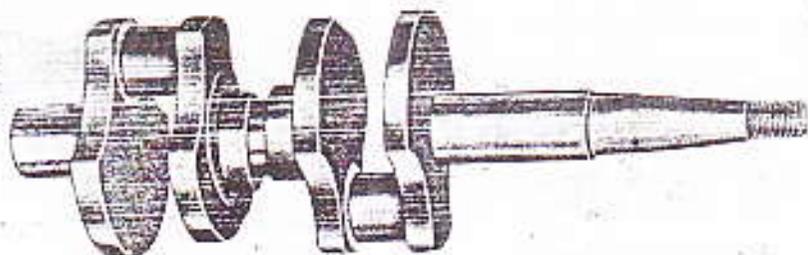
Pembakaran pada mesin empat langkah dengan dua selinder terjadi selang 180 derajat, dan pembakaran pada setiap selinder berulang setelah selang 540 derajat.

4. Poros Engkol Empat Selinder.

Poros engkol yang digunakan pada mesin empat selinder, keempat pena poros engkol berada pada satu bidang. Dua buah pena engkol yang berada di kedua ujung berada terpisah 180 derajat terhadap dua pena engkol yang berada ditengah. Gambar 4.6.

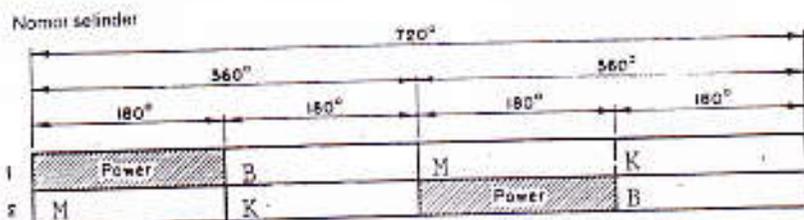


Gambar 4.3. Lubang tembus dari pena engkol utama dan pena engkol batang torak.



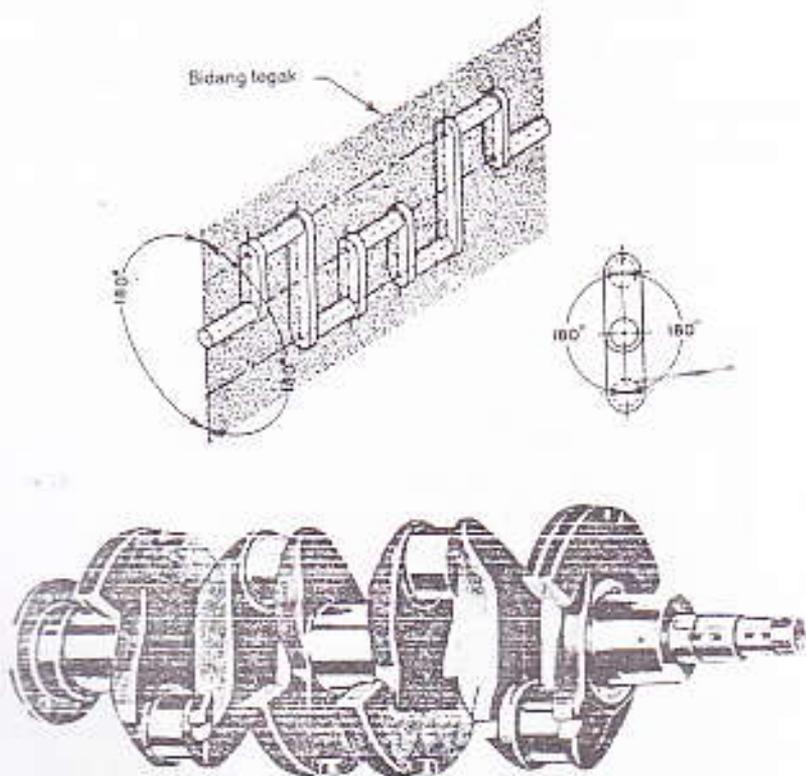
Gambar 4.4. Poros engkol mesin dua selinder

Umunya poros engkol ditunjang oleh tiga buah bantalan utama, walaupun ada juga pada mesin beban berat ditunjang oleh lima bantalan utama.



Gambar 4.5. Diagram urutan pembakaran mesin dua selinder.

Saat mesin berputar cepat, dua pena engkol yang berada di kedua ujungnya dapat mengimbangi gerak gaya setrifugal dari pena poros engkol yang ditengah. Namun karena adanya gaya setrifugal yang mengakibatkan poros engkol memegas sehingga terjadi getaran. Untuk ini masih tetap diperlukan bandul pengimbang sehingga poros engkol berputar lebih halus. Setiap mesin berputar dua putaran dari mesin empat langkah akan terdapat empat kali pembakaran atau empat kali langkah usaha. Bila lamanya langkah usaha adalah 140 derajat putaran poros engkol, maka akan terjadi kekosongan usaha sebesar 40 derajat, gambar 4.7.



Gambar 4.6. Poros engkol mesin empat selinder

Urutan pembakaran atau pengapian di dalam selinder tergantung pada konstruksi poros bubungan dan poros engkol. Ketika torak selinder nomor 1 bergerak turun saat langkah usaha, torak selinder nomor 2 dan 3 bergerak naik. Karena langkah usaha terjadi setiap 180 derajat, salah satu dari kedua selinder harus berada pada langkah kompresi.

Tergantung dari susunan poros engkol dan poros bubungan, urutan pembakaran kemungkinan ada dua macam yaitu 1-3-4-2 dan 1-2-4-3.

Untuk mendapatkan urutan pengapian yang diinginkan, pada mesin empat langkah, susunan poros bubungan ada dua macam.

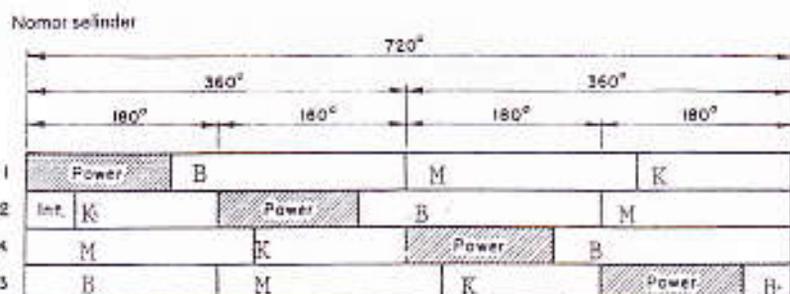
Bubungan pada setiap selinder membuka dan menutup katup sesuai Posisi torak dan urutan pengapian. Pada mesin dengan urutan pengapian 1-2-4-3, bila selinder nomor 1 pada langkah usaha, selinder nomor 2 harus pada langkah kompresi, selinder nomor 4 sedang langkah masukan dan selinder nomor 3 langkah pembuangan.

Pada mesin dengan urutan pembakaran 1-3-4-2 bubungan harus tersusun, sehingga bila selinder nomor satu sedang langkah usaha, selinder nomor tiga sedang kompresi, selinder nomor dua sedang kompresi, selinder nomor 4 sedang langkah pemasukan dan selinder nomor dua sedang langkah buang.

5. Poros Engkol Enam Selinder.

Poros engkol enam selinder tersusun menjadi tiga bidang yang masing-masing dengan jarak 120 derajat. Dua pena batang penggerak masing-masing berada pada satu bidang. Dua pena batang torak nomor 1 dan nomor 6 berada pada satu bidang, nomor 2 dan 5 pada bidang ke dua dan pena batang torak nomor 3 dan 4 berada pada bidang ke tiga, gambar 4.8.

Poros engkol enam selinder ditunjang oleh tiga, empat atau tujuh bantalan utama. Ada dua macam poros engkol mesin enam selinder, yaitu poros engkol kanan dan poros engkol kiri. Perbedaannya terletak pada posisi pena batang torak nomor 3 dan nomor 4 berada disebelah kiri atau sebelah kanan



Gambar 4.7. Urutan langkah kerja pada mesin empat selinder.

dari pena batang nomor 1 dan nomor 6 gambar 4.9.

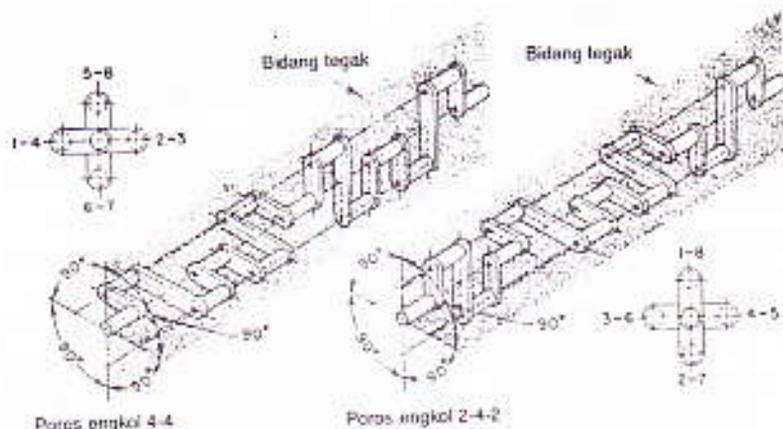
Mesin enam selinder menghasilkan langkah usaha setiap 120 derajat putaran poros engkol, sehingga menjadi dua buah selinder pada langkah usaha bersamaan kira-kira 20 derajat. Saat salah satu selinder sedang langkah usaha belum selesai, terjadi lagi langkah usaha pada selinder lain. gambar 4.10.

Urutan langkah usaha dan pembakaran pada mesin enam selinder tergantung pada bentuk poros engkol kanan dan kiri yang digunakan pada mesin tersebut.



Gambar 4.8. Poros engkol mesin enam selinder dengan roda penerus dan peredam getaran terpasang padanya.

Urutan pembakaran atau urutan pengapian pada mesin enam selinder yang menggunakan poros engkol kanan adalah 1-5-3-6-2-4 sedangkan untuk poros engkol kiri adalah 1-4-2-6-3-5.

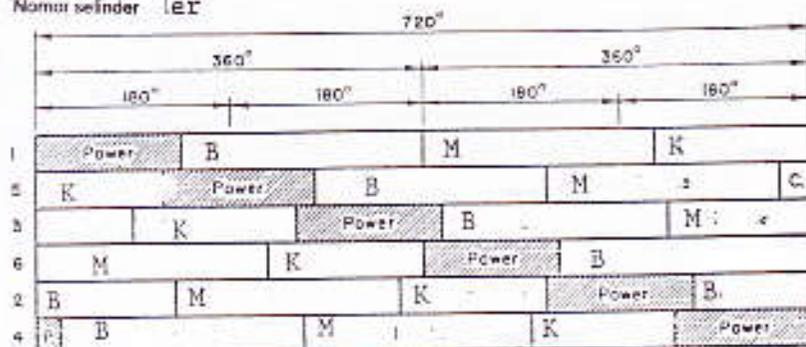


6. Poros Engkol Delapan Selinder.

Ada dua macam poros engkol delapan selinder berjajar, yaitu poros engkol 4-4 dan 2-4, gambar 4.11. Poros engkol delapan selinder berjajar ditunjang oleh 3,5 atau 9 bantalan utama. Konstruksi poros engkol delapan selinder 4-4 adalah dua poros empat selinder yang dijadikan atau disambung menjadi satu. Sebuah poros engkol empat selinder dipasang mendatar dan sebuah poros engkol empat selinder yang lain disambung pada posisi tegak. Poros engkol jenis ini sudah jarang dipakai lagi sekarang.

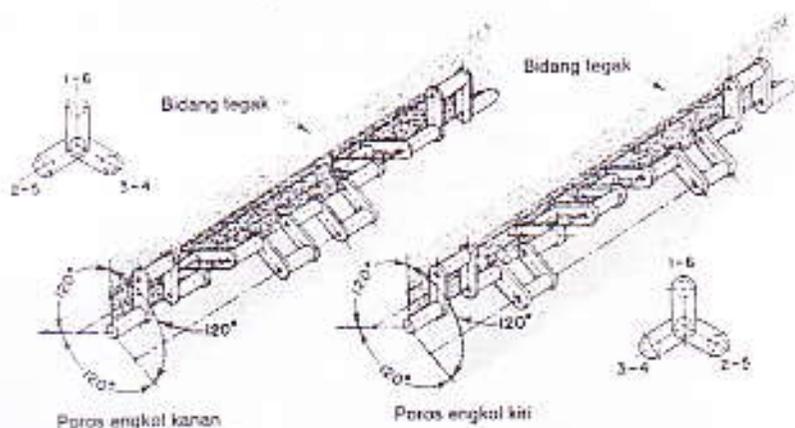
Konstruksi poros engkol 2-4-2 adalah tersusun dari poros engkol dua selinder, empat selinder dan dua selinder yang disambung menjadi satu. Kedua poros engkol dua selinder yang disambung ini bersudut 90 derajat. Konstruksi poros 2-4-2 biasanya pena batang torak nomor 4 dan nomor 5 berada disebelah kanan pena batang torak nomor 1 dan nomor 8 bila dibuat dari ujung depan poros, gambar 4.11 dan 4.12.

№ Nomor selinder ler

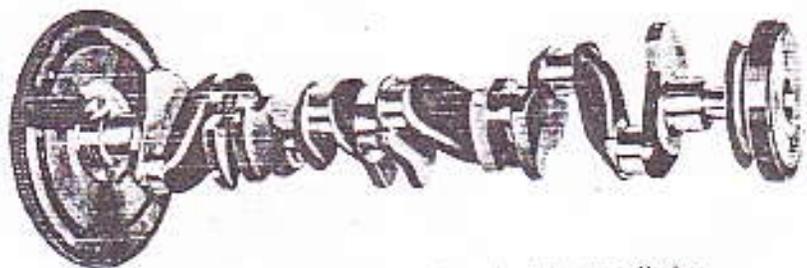


Gambar 4.10. Pada mesin enam selinder terdapat langkah usaha lagi sebelum usaha salah satu selinder lain berakhir.

Mesin delapan selinder berjajar dari mesin empat langkah menghasilkan langkah usaha setiap 90 derajat putaran poros engkol sehingga menjadi kira-kira 50 derajat dari dua selinder yang sedang langkah usaha bersamaan, gambar 4.13. Urutan pembakaran pada mesin dengan poros engkol 2-4-2 adalah 1-6-2-5-8-3-7-4 sedangkan pada poros engkol 4-4 adalah 1-4-7-3-8-5-2-6.



Gambar 4.11. Poros engkol 4-4 dan 2-4-2 untuk mesin delapan selinder.

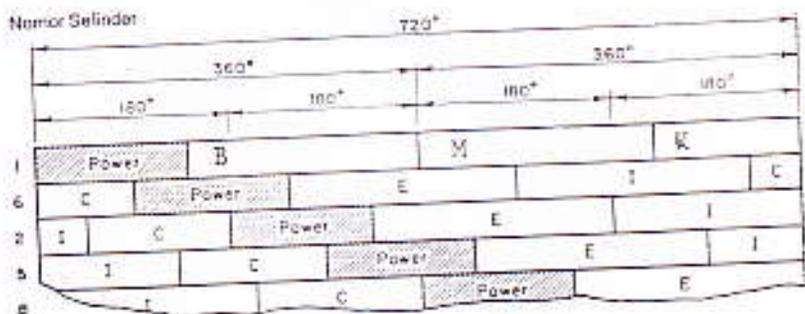


Gambar 4.12. Poros engkol mesin delapan selinder.

7. Poros Engkol Mesin Delapan Selinder.

Poros engkol mesin delapan selinder bentuk V hanya mempunyai empat buah pena batang torak. Dua batang torak yang berhadapan dipasang pena batang torak yang sama. Poros engkol didukung oleh tiga atau lima bantalan utama.

Gambar 4.14 adalah poros engkol 8 selinder bentuk V, hanya mempunyai empat buah pena batang torak. Dua batang torak yang berhadapan dipasang pada pena batang torak yang sama. Poros engkol didukung oleh tiga atau lima bantalan utama. Gambar 4.14 adalah poros engkol mesin delapan selinder bentuk V. Mesin dengan poros engkol bentuk halus dan seimbang. Banyak cara pemberian nomor selinder pada mesin delapan selinder, gambar 4.15.

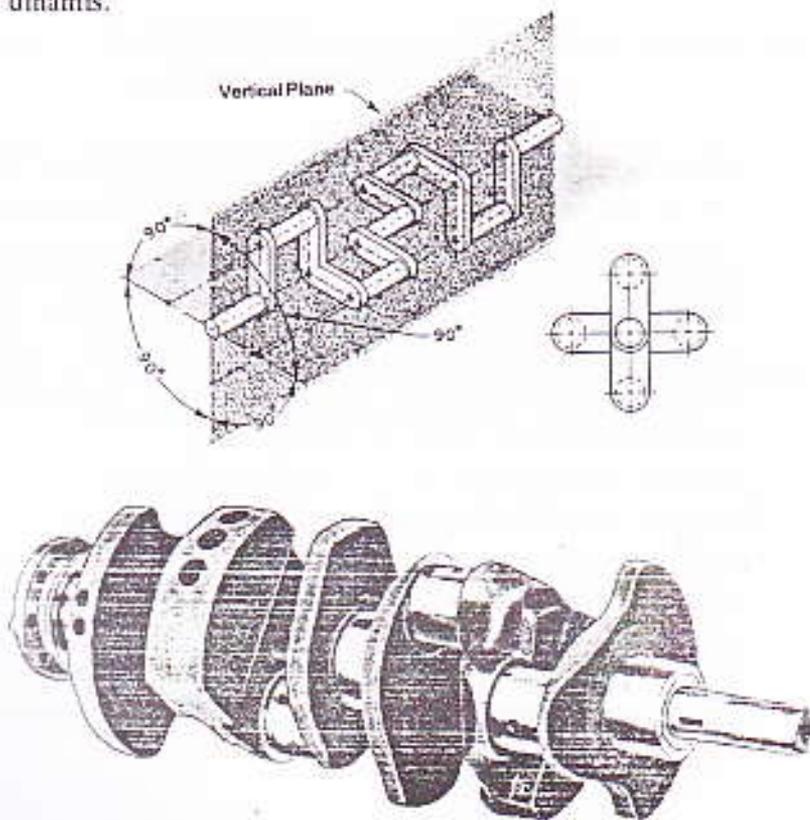


Gambar 4.13. Langkah-langkah usaha pada mesin delapan selinder berjejer.

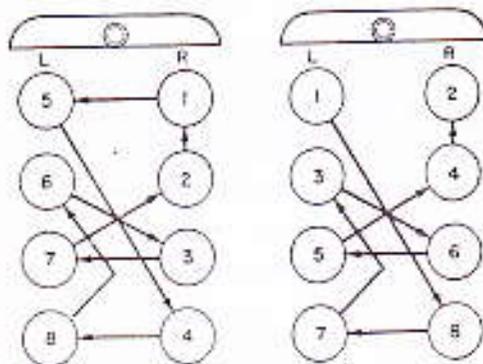
Pemberian nomor untuk selinder nomor satu ada kalanya dimulai dari kanan depan tetapi ada juga dari kiri depan. Pada bentuk poros engkol yang sama urutan pembakaran adalah 1-5-4-8-6-3-7-2 atau 1-8-7-6-5-4-2, gambar 4.15.

8. Keseimbangan Poros Engkol.

Poros engkol dinyatakan seimbang bila tidak ada gaya yang menyebabkan poros engkol menjadi bengkok sewaktu sedang berputar cepat. Gaya yang menyebabkan poros engkol tidak seimbang saat berputar menyebabkan akan timbul getaran dan menjadi tekanan yang kuat pada bantalan utama dan juga tegangan terhadap poros engkol. Agar mesin berputar halus, poros engkol harus seimbang, baik saat statis maupun dinamis.



Gambar 4.14. Poros engkol mesin V delapan selinder.



Gambar 4.15. Cara memberi nomor selinder pada mesin V delapan selinder.

Keseimbangan statis adalah saat poros engkol sedang diam. Poros engkol akan statis bila ditempatkan pada dua tumpuan, sewaktu diputar akan berhenti pada sembarang tempat. Poros engkol yang tidak seimbang, bagian yang berat dan akan terus berputar dan berhenti di bagian bawah, dan dari bagian yang berat ini logamnya diambil sampai seimbang. Pada mesin uji tertentu dapat menguji statis dan dinamis. Oleh karena itu roda penerus adalah juga bagian dari poros engkol, saat pengujian statis maupun dinamis roda penerus harus dipasang.

Banyak lagi faktor lain yang mempengaruhi keseimbangan mesin saat berputar. Gaya sentrifugal yang terjadi saat berputar perlu juga diimbangi. Gerakan torak saat naik turun dalam selinder serta saat ia berhenti pada titik mati atas dan titik mati bawah, gaya enersia yang terjadi ini sangat sukar dihilangkan. Untuk keseimbangan, pada poros engkol terdapat pemberat yang dibuat menjadi satu atau terpisah yang dipasang dengan baut pada pipi engkol yang berada di seberang pena batang torak.

DAFTAR PUSTAKA

1. AA; *Book of The Car*, Automobile Association, Great Britain, 1974.
2. Bob Barkhouse, *Engine Repair, Head Assembly and Valve Gear*, Marysville California, 1975.
3. Goodheart - Willcox; *Automotive Encyclopedia*, South Holland Illinois, 1979.
4. Louis C. Forier, SAE; *Motor Auto Repair Manual*; Hearst Corporation, New York, 1979.
5. L.J.K. Setright; *Anatomy of The Motor Car*, A Complete Guide to The Way Your Car Works; Orbis - London, 1985.
6. Marthin W. Stockel and Marthin T. Stockel; *Auto Service and Repair*; The Goodheart - Willcox Company Inc.; South Holland, 1984.
7. Marthin W. Stockel, *Auto Mechanics Fundamental*, The Goodheart - Willcox Company, Inc., South Holland, 1978.

Diterbitkan oleh :
Bagian Proyek Penyelenggaraan Sekolah Kejuruan
Kerjasama Indonesia - Belanda (N-59)
Sebagai Buku Pelengkap Siswa dan Guru
Sekolah Menengah Kejuruan
